জেনারেল মেকানিক্স-২

এসএসসি (ভোকেশনাল) ও দাখিল (ভোকেশনাল)

নবম শ্রেণি









জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড, বাংলাদেশ

জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড কর্তৃক ২০২৩ শিক্ষাবর্ষ থেকে বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ডের এসএসসি (ভোকেশনাল) এবং দাখিল (ভোকেশনাল) শিক্ষাক্রমের নবম শ্রেণির পাঠ্যপুস্তকরূপে নির্ধারিত

জেনারেল মেকানিক্স-২
General Mechanics-2

নবম শ্রেণি

বিষয় কোড : ৪৭৭১২

২০২৫ শিক্ষাবর্ষের জন্য পরিমার্জিত

জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড, বাংলাদেশ

জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড

৬৯-৭০, মতিঝিল বাণিজ্যিক এলাকা, ঢাকা-১০০০

কর্তৃক প্রকাশিত

(পরীক্ষামূলক সংস্করণ)

প্রথম সংস্করণ রচনা ও সম্পাদনা

প্রকৌশলী হরিপদ চন্দ্র পাল

প্রকৌশলী মো: মাহবুব হায়দার

মো: এনায়েত করিম

মো: আবু তারিক সিদ্দিকী

উত্তম কুমার দাস

অধ্যাপক ড. এস এম হাফিজুর রহমান(প্যাডাগগ)

হুমায়ুন কবির (সমন্বয়কারী)

প্রথম প্রকাশ : ,২০২২

পুনর্মুদ্রণ : ,২০২৪

গণপ্রজাতন্ত্রী বাংলাদেশ সরকার কর্তৃক বিনামূল্যে বিতরণের জন্য

মুদ্রণে:

প্রসঙ্গ-কথা

আধুনিককালে শিক্ষা ছাড়া জাতীয় উন্নতির প্রত্যাশা করা যায় না। পৃথিবীর যেসব দেশ আজ উন্নতির শিখরে পৌঁছেছে তাদের দিকে তাকালেই এ সত্যটি অনুধাবন করা যায়। বাংলাদেশের মতো অতিরিক্ত জনসংখ্যার দেশে কারিগরি শিক্ষার আলাদা একটা গুরুত্ব রয়েছে। বিজ্ঞান ও প্রযুক্তির ব্যবহারিক প্রয়োগের সহায়ক এই শিক্ষাকে অবলম্বন করে জনসংখ্যাকে মানবসম্পদে রূপান্তর করা যায়। কারিগরি শিক্ষাকে গুরুত্ব দিয়ে আর্থসামাজিক উন্নতির নজির গড়েছে বিশ্বের অনেক দেশ। এশিয়ার চীন, জাপান, ভিয়েতনাম, কম্বোডিয়া, মালয়েশিয়া প্রভৃতি দেশ এর উজ্জ্বল প্রমাণ। জাতীয় উন্নতির স্বার্থে বহির্বিশ্বের সাথে তাল মিলিয়ে বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষাকে বিশেষ গুরুত্ব দিয়েছে। দারিদ্র্য বিমোচন ও কর্মসংস্থান সৃষ্টির মাধ্যমে দেশকে অর্থনৈতিকভাবে এগিয়ে নেওয়ার প্রত্যয়ে কারিগরি ও বৃত্তিমূলক শিক্ষার বিস্তারে সরকার কার্যকর উদ্যোগ নিয়েছে। কারিগরি শিক্ষার জন্যে পৃথক অধিদপ্তর ও শিক্ষা বোর্ড প্রতিষ্ঠা করা হয়েছে। এই শিক্ষার জন্যে যুগোপযোগী শিক্ষাক্রম প্রণয়ন করা হয়েছে। সাধারণ শিক্ষার মাধ্যমিক স্তর ও মাদ্রাসা শিক্ষার দাখিল স্তরে কারিগরি বা ভোকেশনাল শিক্ষার অধিকতর সম্প্রসারণে সরকার কাজ করে যাচ্ছে।

শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যক্রম সময়ের সাথে সাথে পরিবর্তনশীল। এই পরিবর্তনশীলতাকে বিবেচনায় নিয়ে পরিমার্জিত শিক্ষাক্রমের আলোকে কারিগরি শিক্ষার বিভিন্ন ট্রেডের বইগুলো প্রণয়ন করা হয়েছে। দেশের অভ্যন্তরীণ এবং বহির্বিশ্বের কর্মবাজারের চাহিদাকে এক্ষেত্রে অগ্রাধিকার দেওয়া হয়েছে। কারণ বিশ্বায়নের এই যুগে গোটা বিশ্ব এখন অখণ্ড এক কর্মবাজার। বর্তমানে দক্ষতা ও যোগ্যতা থাকলে যেকোনো দেশের মানুষ পৃথিবীর যেকোনো প্রান্তে কর্মসংস্থানের সুযোগ নিতে পারে। বৈশ্বিক শ্রমবাজারে বাংলাদেশ তার হিস্যা যত বাড়াবে দেশের অর্থনৈতিক উন্নয়ন তত গতিশীল হবে। বাংলাদেশের বিশেষায়িত অনেক শিল্পে দক্ষ জনশক্তির অভাব রয়েছে। কারিগরি শিক্ষার মাধ্যমে শিল্পখাতে দক্ষ জনবল সরবরাহের লক্ষ্যকেও বিশেষ বিবেচনায় রাখা হয়েছে।

সরকারের বিনামূল্যে পাঠ্যপুস্তক সরবরাহের আওতা থেকে কারিগরি শিক্ষার বই বাইরে নয়। ভোকেশনাল ট্রেডের পাঠ্যপুস্তক প্রণয়ন করেছে বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড। সরকারের সিদ্ধান্ত মোতাবেক ২০১৭ সাল থেকে এই পাঠ্যপুস্তকগুলো সংশোধন, পরিমার্জন, মুদ্রণ ও বিতরণের দায়িত্ব দেওয়া হয়েছে জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড (এনসিটিবি)-কে। এনসিটিবি নিষ্ঠার সাথে তার দায়িত্ব পালন করে যাচ্ছে। এই কার্যক্রমের ধারাবাহিক প্রক্রিয়ায় ২০২৪ সাল পর্যন্ত সকল পাঠ্যপুস্তকের পরিমার্জন ও সংশোধন সম্পন্ন করা হয়েছে। ফলে বইগুলো শিক্ষক ও শিক্ষার্থীদের নিকট অধিকতর গ্রহণযোগ্য হবে বলে আশা করা যায়। প্রতিটি বই উন্নত মানের কাগজ ও চার রঙা প্রচ্ছদ সহকারে ছাপা হয়েছে। এতে বইগুলোর যথেষ্ট শ্রীবৃদ্ধি ঘটেছে।

আলোচ্য পাঠ্যপুস্তকটি রচনা ও সম্পাদনা করেছেন প্রশিক্ষণপ্রাপ্ত শিক্ষক ও বিষয় বিশেষজ্ঞগণ। পূর্ব ও পরবর্তী শ্রেণির পঠিত বিষয়সমূহের সাথে যৌক্তিক সংযোগ বিধানপূর্বক বইটি প্রণয়ন করা হয়েছে। প্রাসঙ্গিক ট্রেডের এই বইটি প্রায়োগিক শিক্ষার জন্যে যাতে অনুকূল হয় সেজন্যে প্রয়োজনীয় চিত্রের সন্নিবেশ করা হয়েছে। বইটি যদি আমাদের তরুণ প্রজন্মের স্বকর্মসংস্থান ও সম্মানজনক জীবিকার্জনে কার্যকর ভূমিকা রাখে তবেই আমাদের শ্রম সার্থক হয়েছে বলে মনে করব।

সাবলীল ভাষায় লেখা বইটিতে বাংলা একাডেমির প্রমিত বানানরীতি অনুসৃত হয়েছে। সর্বশেষ তথ্য-উপাত্ত সহযোগে বিষয়বস্তু উপস্থাপন করা হয়েছে। যথাযথ সতর্কতা অবলম্বনের পরেও তথ্য-উপাত্ত ও ভাষাগত কিছু ভুলত্রুটি থেকে যাওয়া অসম্ভব নয়। পরবর্তী সংস্করণে বইটিকে যথাসম্ভব ত্রুটিমুক্ত করার আন্তরিক প্রয়াস থাকবে। এই বইয়ের মানোন্নয়নে যে কোনো ধরনের যৌক্তিক পরামর্শ কৃতজ্ঞতার সাথে গৃহীত হবে।

পরিশেষে বইটি রচনা, সম্পাদনা ও অলংকরণে যাঁরা অবদান রেখেছেন তাঁদের সবার প্রতি কৃতজ্ঞতা জানাই।

অক্টোবর ২০২৪

প্রফেসর ড. এ কে এম রিয়াজুল হাসান

চেয়ারম্যান

জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড, বাংলাদেশ

সূচিপত্র

জেনারেল মেকানিক্স-২

প্রথম অধ্যায়

মেকানিক্স কাজে বৈদ্যুতিক সরঞ্জাম

Electrical Equipment for Mechanics Works



বিদ্যুৎ দৈনন্দিন জীবনে এক অপরিহার্য অনুষঙ্গ, যা ছাড়া বর্তমান এ আধুনিক জীবন ব্যবস্থায় সবকিছু অচল। আমাদের চারিপাশ, বাসা-বাড়ি, অফিস-আদালত, কল-কারখানা, যানবাহন ইত্যাদিতে বিদ্যুতের ব্যবহার অনস্বীকার্য। এই বিদ্যুৎ নিরাপদে প্রয়োজন মাফিক ব্যবহার করার জন্য বিভিন্ন উপকরণের প্রয়োজন হয়। বিদ্যুৎ পরিমাপের জন্য বিভিন্ন পরিমাপক যন্ত্র এবং বিভিন্ন বৈদ্যুতিক উপকরণ সংযোজনের জন্য ব্যবহৃত হয়। যন্ত্রপাতি প্রয়োজন। এ অধ্যায়ে আমরা এই সকল যন্ত্রপাতির ব্যবহার, পরিমাপ এবং বিভিন্ন পরীক্ষণ সম্পর্কে জানতে পারব।

এই অধ্যায় শেষে আমরা

- বিদ্যুৎ পরিমাপ ও উপাদানসমূহ টেস্ট করার জন্য প্রস্তুতি গ্রহণ করতে পারব;
- বৈদ্যুতিক পরিমাপক যন্ত্রের মাধ্যমে বৈদ্যুতিক কারেন্ট, ভোল্টেজ ও রেজিস্ট্যান্স পরিমাপ করতে পারব;
- বৈদ্যুতিক সার্কিট ও উপাদানসমূহ পরীক্ষা করতে পারব;
- ওহমের সূত্র যাচাই করতে পারব;
- বৈদ্যুতিক সার্কিটে কারেন্ট, ভোল্টেজ ও রেজিস্ট্যান্স এর মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন করতে পারব;
- কাজ শেষে কর্মস্থান পরিষ্কার পরিচ্ছন্ন করতে পারব;

উল্লিখিত শিখনফলগুলো অর্জনের লক্ষ্যে এই অধ্যায়ে আমরা প্রয়োজনীয় তাত্ত্বিক বিষয়সমূহ জেনে দু'টি জব সম্পন্ন করব। এই জবের মাধ্যমে বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতি শনাক্তকরণ, সার্কিট সংযোগকরণ, বৈদ্যুতিক কারেন্ট ও ভোল্টেজ পরিমাপকরণ এবং পরীক্ষা-নীরিক্ষা করার দক্ষতা অর্জন করব।

১.১ বিদ্যুৎ

বিদ্যুৎ এক প্রকার শক্তি, যা খালি চোখে দেখা যায় না কিন্তু অনুভব করা যায়। পরিবাহীর মধ্যে দিয়ে ইলেকট্রন প্রবাহের ফলে এই শক্তি সৃষ্টি হয়। এ অদৃশ্য শক্তি যা আলো, শব্দ, গতি ইত্যাদিতে রূপান্তরিত হয়ে বিভিন্ন কাজ সমাধা করে। পরিবাহী এমন এক ধরনের পদার্থ (তামা, রূপা, কার্বন, সিলিকন, রাবার ও মার্বেল ইত্যাদি) যার মধ্য দিয়ে ইলেকট্রন এক স্থান হতে অন্য স্থানে প্রবাহিত হয়। কোনো পরিবাহীর মধ্য দিয়ে এ প্রবাহ সহজেই হলে তাকে সু-পরিবাহী, আংশিক হলে অর্ধ-পরিবাহী এবং পরিপূর্ণ বাধা-গ্রস্থ হলে কু-পরিবাহী পদার্থ বলে।



চিত্র ১.১: পরিবাহীর মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহ

১.২ বৈদ্যুতিক বৈশিষ্ট্য (Electrical Properties)

এটি নির্ধারিত পরিবাহীর মধ্য দিয়ে এর এক পরমাণু হতে অন্য পরমাণুতে বৈদ্যুতিক প্রবাহ পরিচালনা করার ক্ষমতা। যেমন-প্রতিরোধ ক্ষমতা, বৈদ্যুতিক পরিবাহিতা, প্রতিরোধের তাপমাত্রা সহগ, অন্তরক (Dielectric) শক্তি ও তাপবিদ্যুৎ। বৈদ্যুতিক ধর্ম একটি উপাদানের প্রতিক্রিয়া যা বৈদ্যুতিক ক্ষেত্রে প্রয়োগ করা হয়। উপাদান বলতে রেজিষ্টর, ক্যাপাসিটর, ইন্ডাক্টর, ডায়ড ইত্যাদি যা বৈদ্যুতিক বর্তনীতে ব্যবহার করা হয়। এই উপাদানসমূহের মধ্য দিয়ে কারেন্ট প্রবাহিত হলে ভিন্ন ধরনের আচরণ পরিলক্ষিত হয়। বৈদ্যুতিক পরিবাহিতা মূল বৈশিষ্ট্যগুলির মধ্যে একটি।

১.২.১ বিদ্যুৎ প্রবাহ ও ভোল্টেজ (Current & Voltage)

বিদ্যুৎ প্রবাহ ও ভোল্টেজ বিদ্যুৎ বিজ্ঞানের দুটি গুরুত্বপূর্ণ রাশি। কারেন্ট শব্দের অর্থ প্রবাহ। বৈদ্যুতিক প্রবাহ এর অর্থ হলো বিদ্যুৎ আধান বা ইলেকট্রিক চার্জের প্রবাহ। পরিবাহী পদার্থের মধ্যে দিয়ে বিদ্যুৎ সহজে প্রবাহিত হতে পারে। তবে অপরিবাহীর মধ্য দিয়ে সাধারনভাবে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয় না। বিদ্যুৎ প্রবাহ পেতে হলে পরিবাহীর দুই প্রান্তে ভোল্টেজের পার্থক্য সৃষ্টি করতে হয়। ভোল্টেজ পার্থক্যের কারণে পরিবাহীর বাইরের তলের ইলেকট্রন

কম বিভব থেকে বেশি বিভবের দিকে অগ্রসর হয়। ইলেকট্রন প্রবাহিত হলে এর সাথে চার্জও প্রবাহিত হয়। চার্জের এককের নাম কুলম্ব। কোনো পরিবাহীর প্রস্থচ্ছেদ দিয়ে একক সময়ে যে পরিমাণ চার্জ প্রবাহিত হয় তাকে তড়িৎ প্রবাহ বা বৈদ্যুতিক কারেন্ট বলে।

অর্থাৎ কারেন্ট $= \frac{\text{চার্জ}}{\text{সময়}}$, গাণিতিকভাবে $I = \frac{Q}{t}$

কারেন্টের এককের নাম অ্যাম্পিয়ার। কোনো পরিবাহীর একক ক্ষেত্রফলের ভিতর দিয়ে প্রতি সেকেন্ড সময়ে এক কুলম্ব চার্জ প্রবাহিত হলে সৃষ্ট বৈদ্যুতিক কারেন্টের মান হবে এক অ্যাম্পিয়ার।

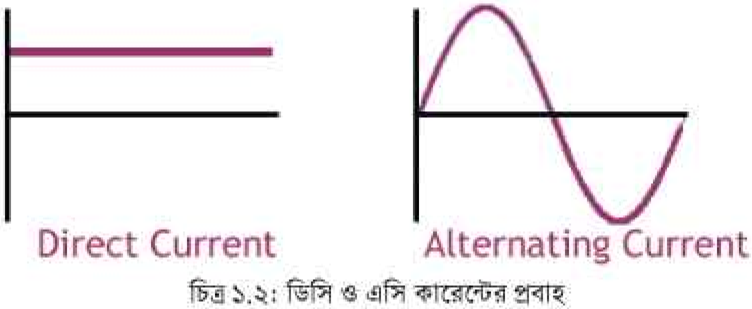
পরিবাহীর মধ্যে ইলেকট্রন প্রবাহিত করানোর জন্য চাপ প্রয়োগ করা হয় তাকে ভোল্টেজ বা বৈদ্যুতিক চাপ বলে। ব্যাটারী, জেনারেটর, ট্রান্সফর্মার প্রভৃতির সাহায্যে বিভব পার্থক্য বা ভোল্টেজ সৃষ্টি করা যায়। কোনো পরিবাহীর দুই প্রান্তের মধ্যে বিভব পার্থক্য ঘটলে পরিবাহীর চার্জের উপর একটি ইলেকট্রিক বল প্রযুক্ত হয়। পরিবাহীর মধ্যে ইলকট্রনসমূহ অনেকটা মুক্ত অবস্থায় থাকে। ফলে প্রযুক্ত ইলেকট্রিক বলের কারণে ইলেকট্রনগুলো পরিবাহীর নিম্ন ভোল্টেজ প্রান্ত থেকে উচ্চ ভোল্টেজ প্রান্তের দিকে অগ্রসর হয়ে থাকে।

১.২.২ বৈদ্যুতিক প্রবাহের প্রকারভেদ

বৈদ্যুতিক প্রবাহ দুই প্রকার। যথা-

(ক) **ডাইরেক্ট কারেন্ট বা ডিসি কারেন্ট:** ডিসি কারেন্ট হলো ডাইরেক্ট কারেন্ট বা অপরিবর্তনশীল কারেন্ট। এই কারেন্টের দিক পরিবর্তিত হবে না। ইহা শুধুমাত্র একটি দিকে প্রবাহিত হয় তাই ডিসি কারেন্ট' বলে।

(খ) **অল্টারনেটিং কারেন্ট বা এসি কারেন্ট:** এসি পূর্ণ নাম হলো অল্টারনেটিং কারেন্ট যার বাংলা অর্থ পরিবর্তনশীল বিদ্যুৎ। এটি পর্যায়ক্রমে পরিবর্তনশীল হয়। প্রত্যেক পর্যায়ে বিপরীত ধর্মে রূপান্তরিত হবে। এই কারেন্টের একটি দিক (ধনাত্মক) পজেটিভ এবং কিছু সময় পরে অন্যদিক নেগেটিভ হবে। অর্থাৎ প্রথমে যেটি পজেটিভ ছিলো এরপরেই সেটি (নেগেটিভ) ঋণাত্মক হয়। যে কারেন্ট প্রবাহিত হওয়ার সময় দিক পরিবর্তন করে তাকে অল্টারনেটিং বা এসি কারেন্ট বলে।"



চিত্র ১.২: ডিসি ও এসি কারেন্টের প্রবাহ

১.২.৩ বৈদ্যুতিক কারেন্ট ও ভোল্টেজের একক ও প্রতীক

বৈদ্যুতিক কারেন্টের একক ও প্রতীক: বৈদ্যুতিক কারেন্ট একক অ্যাম্পিয়ার এবং এর প্রতীক সাধারণত ইংরেজি আই (I) দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

যদি পরিবাহীতে t সেকেন্ড সময়ে Q কুলম্ব চার্জ প্রবাহিত হয় তাহলে বৈদ্যুতিক কারেন্ট, $I = Q/t$ অ্যাম্পিয়ার। কোনো লোডের কারেন্ট অ্যাম্পিয়ার মিটার দ্বারা পরিমাপ করা হয়।

ভোল্টেজের একক ও প্রতীক: ভোল্টেজের প্রতীক ভি (V) দ্বারা প্রকাশ করা হয়। বৈদ্যুতিক ভোল্টেজ একটি পরিমাণমূলক রাশি। বৈদ্যুতিক ভোল্টেজের তিনটি একক আছে। যথা-

(ক) স্থির বিদ্যুৎ একক (esu): ১ esu = 300 ভোল্ট

(খ) বিদ্যুৎ চুম্বকীয় একক (emu): ১ emu = 10^{-12} ভোল্ট

(গ) ব্যবহারিক একক: ভোল্ট। অসীম দূরত্ব হতে ১ কুলম্ব ধনাত্মক চার্জকে ইলেকটিক ফিল্ড এর নির্দিষ্ট বিন্দুতে প্রবাহিত করতে যদি ১ জুল কাজ সম্পন্ন হয় তবে ঐ বিন্দুর বিভবকে ১ ভোল্ট বলে। ভোল্টেজের আন্তর্জাতিক একক বা এসআই একক বলে।

১ কিলোভোল্ট = $১০^{৩}$ ভোল্ট এবং ১ মেগাভোল্ট – $১০^{৬}$ ভোল্ট। সুতারাং ১ আন্তর্জাতিক ভোল্ট = ১.০০০৩৩ ভোল্ট ধরা হয়।

১.২.৪ এসি কারেন্ট ও ডিসি কারেন্ট এর মধ্যে পার্থক্য

এসি কারেন্ট	ডিসি কারেন্ট
এসি পূর্ণ নাম হলো অল্টারনেটিং কারেন্ট	ডিসি কারেন্টএর পূর্ণ নাম হলো ডাইরেক্ট কারেন্ট
এসি কারেন্ট হলো পরিবর্তনশীল বিদ্যুৎ। প্রবাহের দিক নির্দিষ্ট সময় পরপর পরিবর্তন হয়	ডিসি কারেন্ট অপরিবর্তনশীল বিদ্যুৎ। প্রবাহের দিক পরিবর্তন হয় না
এসি কারেন্টের ফ্রিকুয়েন্সি আছে। ফ্রিকুয়েন্সি, f=50 cycle/second.	ডিসি কারেন্টের ফ্রিকুয়েন্সি নাই
এসি কারেন্টের খরচ বেশি	ডিসিকারেন্টের খরচ কম
এসি কারেন্ট অনেক দুর পর্যন্ত সরবরাহ করা যায়	ডিসি কারেন্ট অনেক দুর পর্যন্ত সরবরাহ করা যায় না

১.২.৫ রেজিস্ট্যান্স বা রোধ

রেজিস্ট্যান্স হচ্ছে পরিবাহীর একটি বিশেষ ধর্ম। পরিবাহীর যে ধর্মের জন্য এর মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহ হতে বিঘ্নিত হয় বা বাঁধাপ্রাপ্ত হয়, তাকে রেজিস্ট্যান্স বা রোধ বলে। প্রত্যেক পদার্থেই কম বেশী রেজিস্ট্যান্স বা রোধ আছে। এটাকে ইংরেজি অক্ষর R দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

১.২.৬ রেজিস্ট্যান্স এর একক

রেজিস্ট্যান্স এর ব্যবহারিক একক ওহম (Ω)। কোনো স্থির পরিবাহীর দুই প্রান্তে ১ ভোল্ট বিভব পার্থক্য থাকলে যদি এর মধ্য দিয়ে ১ অ্যাম্পিয়ার মাত্রার কারেন্ট প্রবাহিত হয় তবে উক্ত পরিবাহীর রেজিস্ট্যান্স কে ওহম বলে। অথবা ১ ভোল্ট বৈদ্যুতিক চাপে যে পরিমাণ রেজিস্ট্যান্স এর ভিতর দিয়ে এক অ্যাম্পিয়ার কারেন্ট প্রবাহিত হতে পারে, ঐ পরিমাণ রেজিস্ট্যান্স কে ১ ওহম রেজিস্ট্যান্স বলে। ১ আন্তর্জাতিক ওহম = ১.০০০৪৯৫ ওহম।

১.২.৭ রেজিস্ট্যান্স এর শ্রেণিবিভাগ

রেজিস্ট্যান্স কে প্রধানত দুই ভাগে ভাগ করা যায়। যথা-

(ক) নির্দিষ্ট মানের রেজিস্ট্যান্স: যে রেজিস্ট্যান্স-এর মান পরিবর্তন করা যায় না, তাকে নির্দিষ্ট মানের রেজিস্ট্যান্স বলে। এটা আবার চার প্রকার, যেমন-

(১) কার্বন রেজিস্টর- ইহা আকারে ছোট এবং ১ হতে ২ মেগা ওহম পর্যন্ত হয়ে থাকে।

(২) মেটাল রেজিস্টর- এ রেজিস্টর কার্বন রেজিস্টর হতে বড় এবং সাধারণত ০.১ হতে ১০ ওহম পর্যন্ত হয়ে থাকে।

(৩) ওয়্যার উন্ড রেজিস্টর- যে সমস্ত রেজিস্টর তারের কুন্ডলী পাকিয়ে রেজিস্ট্যান্স তৈরি করা হয়। সাধারণত চিনামাটি, নাইক্রোম, জার্মান সিলভার ইত্যাদির উপর তারের কুন্ডলী পাকিয়ে কম ওহম বিশিস্ট রেজিস্ট্যান্স তৈরি করা হয়। ইহা ৫ হতে ২০০ ওহম পর্যন্ত হয়ে থাকে।

(৪) ব্যালাস্ট রেজিস্টর- যে সমস্ত রেজিস্টরের তার বিশেষ আবরণের মধ্যে থাকে, যাতে ঐ তারের উপর বাইরের কোনো বস্তু স্পর্শ করতে না পারে, তাদেরকে ব্যালাস্ট রেজিস্টর বলে। এটা বিভিন্ন মানের হয়ে থাকে।

(খ) পরিবর্তনীয় মানের রেজিস্ট্যান্স: যে রেজিস্ট্যান্স এর মান প্রয়োজন মতো পরিবর্তন করা যায়, তাকে পরিবর্তনীয় মানের রেজিস্টর বলে। এ ধরনের রেজিস্টর ভলিউম কন্ট্রোল এর ভিতর ব্যবহার করা হয়।

১.২.৮ পাওয়ার (Power)

একটি সার্কিটের মধ্যে দিয়ে যে হারে ইলেকট্রন প্রবাহিত হয়ে কাজ সম্পন্ন করে তাকে ইলেকট্রিক পাওয়ার বলে। একে সাধারণত P দ্বারা প্রকাশ করা হয়। P = Work/Time অর্থাৎ জুল/সেকেন্ড, SI একক ওয়াট (Watt)। ওয়াটে ইলেকট্রিক পাওয়ার পরিমাপ করা হয়।

$P = \frac{VQ}{t}$ বা $P = \frac{VIt}{t}$ যেখানে $Q = I \times t$

সুতরাং পাওয়ার, $P = V \times I$

এখানে Q = ইলেকট্রিক চার্জ কুলম্বে, t = সময় সেকেন্ডে, I = কারেন্ট এম্পিয়ারে, V = পটেনশিয়াল ভোল্টেজ ভোল্টে

ওয়াট (Watt)

যেকোনো যন্ত্র পরিচালনা করার জন্য শক্তির প্রয়োজন হয়। কোনো কাজ সম্পন্ন করতে যে লোড নির্দিষ্ট সময়ে যতটুকু শক্তি খরচ করে সেই হিসাবকেই ওয়াট বলে। অন্যভাবে, যে ক্ষমতায় প্রতি সেকেন্ডে এক জুল পরিমাণ কাজ সম্পন্ন হয় তাকে ওয়াট বলে।

ওয়াট পরিমাপ করার জন্য সাধারণত ওয়াট মিটার ব্যবহার করা হয়ে থাকে। তবে নিচের সূত্রের সাহায্যেও পাওয়ার নির্ণয় করা যায়। যেমন–

$P = V \times I \times \cos\theta$, $P = I^2 \times R \times \cos\theta$, $P = (V^2 \times \cos\theta)/R$

P = Power এর একক ওয়াট, I = Current এর একক হলো এম্পিয়ার, V = Voltage এর একক হলো ভোল্ট, R = Resistance যার একক ওহম, Cosθ = Power factor যা ফেজ এঙ্গেলের মান।

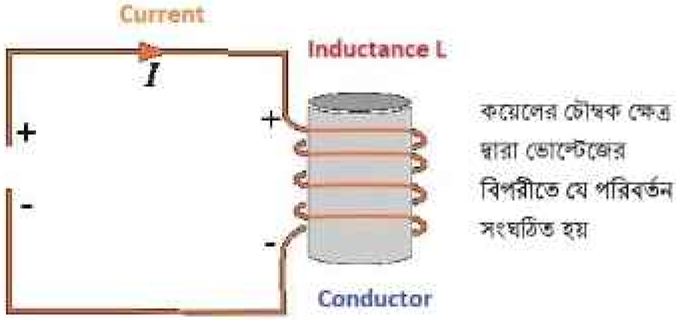
এনার্জি বা শক্তি (Energy)

বৈদ্যুতিক ক্ষমতা বা পাওয়ার একটি সার্কিটে যতক্ষণ কাজ করে, পাওয়ারের সাথে উক্ত সময়ের গুনফলকে বৈদ্যুতিক শক্তি বা এনার্জি বলে। অর্থাৎ এনার্জি, $W = P \times T$, যেখানে P = Power, T = Time

এনার্জি এর একক সাধারণত Watt-hour বা Kilowatt-hour, এনার্জি মিটারের সাহায্যে সাধারণত এনার্জি পরিমাপ করা যায়।

১.২.৯ ইন্ডাকট্যান্স (Inductance)

কয়েলের যে ধর্ম বা বৈশিষ্ট্যের কারণে পরিবাহীতে কারেন্ট প্রবাহ অপরিবর্তিত থাকে অথবা উৎপন্ন চুম্বক বলরেখার হ্রাস বা বৃদ্ধিতে বাধা প্রদান করে তাকে **ইন্ডাকট্যান্স** বলে।

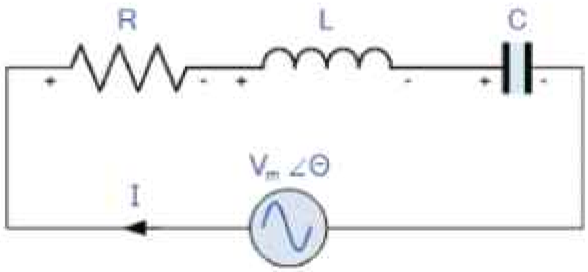


চিত্র ১.৩: ইন্ডাকটর কয়েলের প্রবাহ

১.২.১০ ইম্পিডেন্স (Impedance)

সাধারণত এসি সার্কিটে কারেন্ট প্রবাহে বাধা সৃষ্টি হয়। কোনো বৈদ্যুতিক বর্তনীতে রেজিস্ট্যান্স (R) ও ইন্ডাক্টর (L) অর্থাৎ RL সার্কিট অথবা রেজিস্ট্যান্স ও ক্যাপাসিটর (C) অর্থাৎ RC সার্কিট অথবা রেজিস্ট্যান্স, ইন্ডাক্টর ও ক্যাপাসিটর অর্থাৎ RLC সার্কিট মধ্য দিয়ে কারেন্ট প্রবাহে যে বাধা সৃষ্টি হয় তাকে যথাক্রমে ইন্ডাক্টিভ রিয়্যাকটেন্স (X_L), ক্যাপাসিটিভ রিয়্যাকটেন্স (X_C) এবং ইম্পিডেন্স বলে। ইম্পিডেন্সকে Z দ্বারা প্রকাশ করা হয়, যার একক ওহম (Ω)। নিচে RLC সার্কিটের ইম্পিডেন্স নির্ণয়ের সূত্র দেওয়া হলো। এ সার্কিটে সিঙ্গেল ফেজ এসি ভোল্ট সরবরাহ করা হয়েছে, যা রেজিষ্টর, ইন্ডাক্টর ও ক্যাপাসিটর এর মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হয়ে বর্তনী সম্পন্ন করেছে।

একটি RLC সার্কিটে ইম্পিডেন্স, $Z = \sqrt{(X_L + (X_L - X_C)}$

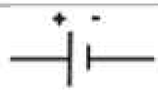
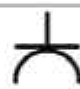
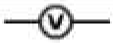
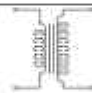
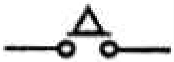
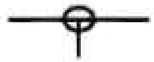
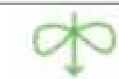
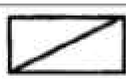
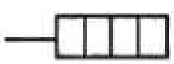


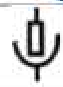
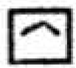
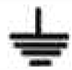
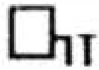
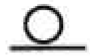
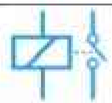
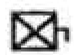
চিত্র ১.৪: RLC সার্কিট

১.৩ বৈদুতিক সার্কিটে ব্যবহৃত প্রতীকসমূহ

বৈদ্যুতিক সার্কিটের উপকরণসমূহকে সংক্ষেপে ও সহজে বোঝানোর জন্য নানা ধরণের প্রতীক ব্যবহার করা হয়। নকসা বা ড্রয়িং এ ইলেকট্রিক্যাল ফিটিংস-ফিক্সচার ও সরঞ্জামাদির অবস্থান দেখানোর জন্য যে সমস্ত বিশেষ ধরনের সংকেত ব্যবহার করা হয় তাদেরকে ইলেকট্রিক্যাল সার্কিটের প্রতীক হিসেবে গণ্য করা হয়। বৈদ্যুতিক সরঞ্জাম স্থাপন বা মেরামতের কাজে যারা নিয়োজিত থাকেন তাদেরকে অবশ্যই এসব প্রতীক সম্পর্কে ধারণা থাকতে হবে। তবে কিছু প্রতীকের বিষয়ে প্রত্যেক মানুষের ধারণা থাকা দরকার।

১.৩.১ বৈদ্যুতিক সার্কিটে ব্যবহৃত প্রতীকসমূহের তালিকা

নাম	প্রতীক	নাম	প্রতীক
সেল		সিঙ্গেল সকেট আউটলেট	
ব্যাটারি		ডবল সকেট আউটলেট	
ভোল্ট মিটার		অ্যাম্পিয়ার মিটার	
সার্কিট ব্রেকার		ট্রান্সফরমার	
ফিউজ		জয়েন্ট	
ওপেন পুশ সুইচ		জয়েন্ট বক্স	
রেজিস্টেন্স		ওভার লোড	
ইন্ডাক্টর		পরিবর্তনশীল ইন্ডাক্টর	
এগজস্ট ফ্যান		সিলিং ফ্যান	
থ্রি-ফেজ ইলেট্রিক মোটর		ব্রাকেট ফ্যান	
ওয়াট মিটার		বৈদ্যুতিক মটর	
মেইন কন্ট্রোল		সুইচসহ পাইলট ল্যাম্প	
হিটার		ওয়ান-ওয়ে টু-পোল সুইচ	
ওয়ান-ওয়ে সিঙ্গেল-পোল সুইচ		টু-ওয়ে সিঙ্গেল-পোল সুইচ	

ফ্লোরসেন্ট বাতি		বাতি	
মেইন সুইচ (পাওয়ার)		ডিমার সুইচ	
ক্লোজ পুশ সুইচ		থ্রি-পোল সুইচ	
পাওয়ার সুইচ		ইন্টারমিডিয়েট সুইচ	
ইন্ডিকেটর বাতি		ম্যাগনেটিক কন্টাক্টর	
সিলিং রোজ		প্লাগ এন্ড সকেট	
ফেন রেগুলেটর		আর্থ	
মেইন সুইচ (লাইটিং)		কন্ডুইট ওয়্যারিং	
ইলেকট্রিক কলিং বেল		ফায়ার এলার্ম ইন্ডিকেটর	
রিলে		কুকার কন্ট্রোল ইউনিট	

চিত্র ১.৫: সার্কিটে ব্যবহৃত বিভিন্ন প্রতীকসমূহ

অনুসন্ধানমূলক কাজ-১

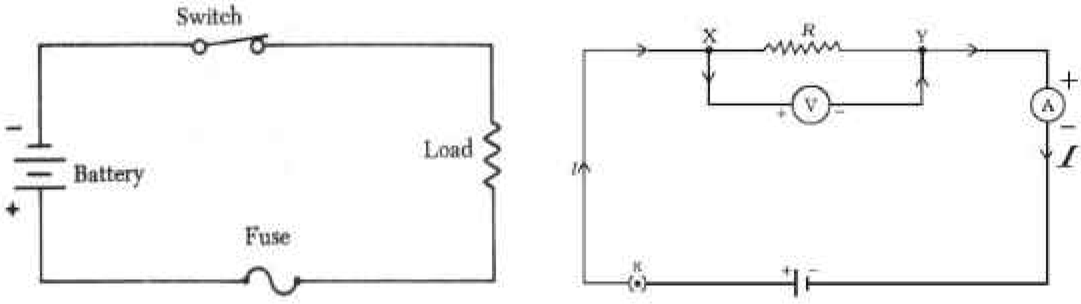
ক) তোমার প্রতিষ্ঠানের ইলেকট্রিক ওয়ার্কশপে রক্ষিত বাসায় ব্যবহৃত বৈদ্যুতিক সরঞ্জামের তালিকা প্রস্তুত কর এবং বৈদ্যুতিক সার্কিটে ব্যবহৃত প্রতীকসমূহ অঙ্কন কর।

১.৩.২ বৈদ্যুতিক সার্কিটে ব্যবহৃত প্রতীকসমূহের প্রয়োজনীয়তা

নকসা বা ড্রয়িং দেখে বৈদ্যুতিক স্থাপনার যাবতীয় কার্যক্রম সম্পাদন করতে হয়। নকসা বা ড্রয়িং-এ ইলেকট্রিক্যাল ফিটিংস-ফিক্সচার ও সরঞ্জাম বোঝানোর জন্য ব্যবহৃত প্রতীকসমূহের সুস্পষ্ট চিত্র থাকা বাঞ্চনীয়। এগুলো দেখে প্রকৌশলী ও টেকনিশিয়ানগণ যাবতীয় স্থাপনার কাজ সম্পাদন করে থাকেন। ভাষাগত ভিন্নতা থাকলেও এ ধরনের প্রতীকের সাহায্যে সার্কিটের বিষয়গুলো বোঝানো যায়।

১.৩.৩ বৈদ্যুতিক সার্কিটে প্রতীকসমূহ ব্যবহারের নমুনা

বৈদ্যুতিক সার্কিটে অসংখ্য প্রতীক ব্যবহৃত হয়ে থাকে। সার্কিট ড্রয়িং এ প্রতীকসমূহের ব্যবহার বিষয়ে যত্নবান থাকা উচিৎ। কোনো কোনো বৈদ্যুতিক সরঞ্জামের পোলারিটি থাকে অর্থাৎ নেগেটিভের জায়গায় পজিটিভ বসালে যন্ত্রটির ক্ষতি হওয়ার সম্ভাবনা থাকে। নীচে সার্কিট ড্রয়িং এ ব্যবহৃত কয়েকটি বৈদ্যুতিক সরঞ্জামের প্রতীক দেখানো হয়েছে।



চিত্র ১.৬: প্রতীকসহ বৈদ্যুতিক সার্কিটের নমুনা

১.৪ ওয়ার্কশপে ব্যবহৃত বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতি ও টুলসসমূহ

বৈদ্যুতিক কাজে বৈদ্যুতিক সরঞ্জাম ব্যবহারের ফলে বৈদ্যুতিক তারের ইনস্টলেশন সঠিকভাবে এবং দ্রুততার সাথে সম্পন্ন করা যায়। বৈদ্যুতিক কাজ করার জন্য অবশ্যই সঠিক সরঞ্জাম নির্বাচন করতে সক্ষম হতে হবে তবেই কাজের মান উন্নত হবে। যথাযথ বৈদ্যুতিক সরঞ্জাম ব্যবহার করলে বৈদ্যুতিক কাজগুলো সহজে ও দ্রুত করা সম্ভব।

১.৪.১ প্লায়ার্স

প্লায়ার্স তারের ইনসুলেশন কর্তন, তার কাটা, মোচড়ানো, বাঁকানো, ধরে রাখা এবং আঁকড়ে ধরার জন্য ব্যবহার করা হয়। বিভিন্ন ধরনের প্লায়ার আছে, যেমন- সাইড কাটিং প্লায়ার বৈদ্যুতিক তার এবং তারের ইনসুলেশন কাটার জন্য ব্যবহার করা হয়। লংনোজ প্লায়ার্স সূক্ষ্ম তার কাটা এবং ধরে রাখার জন্য ব্যবহার করা হয় এবং আঁটসাঁট জায়গায় ব্যবহার করা যায়, এই ধরণের প্লায়ার্স সাধারণত তামার তারে টার্মিনাল লুপ তৈরি করতে ব্যবহৃত হয়। ডায়াগনাল প্লায়ার্স মাঝারি বা সূক্ষ্ম তার কাটার জন্য ব্যবহৃত হয়। এগুলো নরম ধাতুর ছোট মুখগুলিকে বাঁকানোর জন্যও ব্যবহৃত হয়।



কম্বিনেশন প্লায়ার লং নোজ প্লায়ার সাইড কাটিং প্লায়ার ডায়াগনাল প্লায়ার

চিত্র ১.৭: বিভিন্ন প্রকার প্লায়ার্স

১.৪.২ ওয়্যার বা তারের স্ট্রিপার

এ ধরনের স্ট্রিপার তারের ইনসুলেশন অপসারণ করতে ব্যবহৃত হয়, বেশিরভাগ মাঝারি আকারের তার যেমন- গেজ ১০ থেকে ১৬ গেজ পর্যন্ত। ওয়্যার স্ট্রিপার ২৬ থেকে ১০ গেজ পর্যন্ত রাবার আচ্ছাদিত তারের ইনসুলেশন অপসারণ করতেও ব্যবহৃত হয়।



চিত্র ১.৮: ওয়্যার স্ট্রিপার

১.৪.৩ স্ক্রু ড্রাইভার

স্ক্রু ড্রাইভার স্লটেড হেডসহ স্ক্রু আলগা বা আটকাতে ব্যবহার করা হয়। ইহা বিভিন্ন আকারের হয়। স্ক্রু ড্রাইভার ইস্পাত দিয়ে তৈরি এবং টিপ (Tip) টেম্পারড করা থাকে। স্ক্রু এর আকার ও আকৃতি অনুযায়ী বিভিন্ন ধরণের স্ক্রু ড্রাইভার ব্যবহার করা হয়।



চিত্র ১.৯: স্ক্রু ড্রাইভার

১.৪.৪ হাতুড়ি / হ্যামার

হাতুড়ি হল এমন সরঞ্জাম যা আঘাত, ধাক্কাধাক্কি এবং টানার জন্য ব্যবহৃত হয় । ধাতব, প্লাস্টিক, কাঠের তৈরি হাতুড়ি বিভিন্ন ওজনের এবং আকৃতির পাওয়া যায়। ক্ল হ্যামার, বল পিন হ্যামার এবং ম্যালেটের মতো বিভিন্ন ধরণের হাতুড়ি রয়েছে। যাদের কাজের ধরনের উপর ভিত্তি করে ব্যবহার করা হয়ে থাকে।


ক্ল হ্যামার


বল পিন হ্যামার

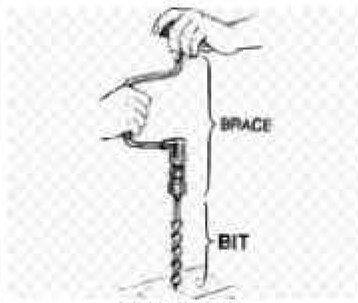

ম্যালেট

চিত্র ১.১০: বিভিন্ন প্রকার হাতুড়ি

১.৪.৫ ড্রিল

ড্রিল সাধারণত ধাতব শীট এবং কংক্রিটের দেয়ালে গর্ত বা ড্রিল করতে ব্যবহৃত হয়। এছাড়া বৈদ্যুতিক বোর্ড, সুইচ, সার্কিট ব্রেকার, তারের চ্যানেল ইত্যাদি লাগানের জন্য বিল্ডিং কাঠামোতে গর্ত তৈরি করতে ব্যবহার করা যেতে পারে। নীচে ছবিতে ব্যবহার পদ্ধতি দেখানো হলো।


ইলেকট্রিক ড্রিল



আগার ব্রেস



হ্যান্ড ড্রিল

চিত্র ১.১১: বিভিন্ন প্রকার ড্রিল

১.৪.৬ হ্যাক’স (Hack-saw)

এটি সাধারণত ছোট এবং মাঝারি আকারের ধাতু কাটাতেও ব্যবহার করা হয়। এছাড়া ইলেকট্রিক কাজে চ্যানেল কাঠতে ব্যবহার করা যেতে পারে। ছবিতে হ্যাক’স কাটিং অবস্থান ও পদ্ধতি দেখানো হয়েছে। হ্যাক’স ব্লেড এর দাঁত সামনের দিকে রেখে চাপ ও ঠেলা দিয়ে কাটিতে হয় ।



চিত্র ১.১২: হ্যাক'স

১.৪.৭ নিয়ন টেস্টার

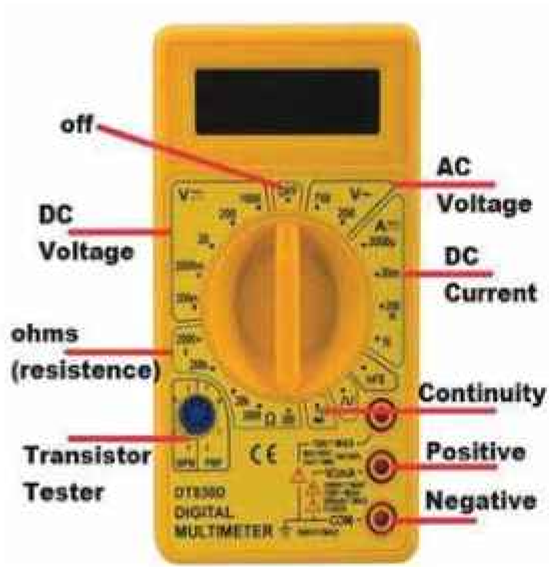
এটি অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ সরঞ্জাম.একজন ইলেক্ট্রিশিয়ানের জন্য নিয়ন টেস্টার প্রধান হাতিয়ার বলা যেতে পারে। এটি দিয়ে ভোল্টেজ ও বিদ্যুতের উপস্থিতি পর্যবেক্ষণ করা হয়। এর সাহায্যে উচ্চস্তরের ভোল্টেজের উপস্থিতি পরীক্ষা করতে ব্যবহার করা হয় না। সাধারণত ২৫০ ভোল্ট এর মধ্যে পরীক্ষা করতে ব্যবহৃত হয় ।



চিত্র ১.১৩: নিয়ন টেস্টার

১.৪.৮ মাল্টি-মিটার

মাল্টিমিটার এর সাহায্যে ভোল্টেজ, কারেন্ট, রেজিস্ট্যান্স, ক্যাপাসিট্যান্স, কন্ডাক্টেন্স, ফ্রিকোয়েন্সি পরিমাপ করতে ব্যবহার করা যেতে পারে যাতে। এটি একজন ইলেকট্রিশিয়ানের জন্য প্রয়োজনীয়। সকল বৈদ্যুতিক উপাদান পরিমাপ করা যায়। বাজারে ডিজিটাল এবং অ্যানালগ মাল্টিমিটার পাওয়া যায়।



চিত্র ১.১৪: ডিজিটাল মাল্টিমিটার

১.৪.৯ স্লাইড রেঞ্চ

এটি এমন যন্ত্র যা স্ক্রু, নাট এবং বোল্টসমূহ খুলতে বা আটকাতে ব্যবহার করা হয়। অ্যাডজাস্টেবল রেঞ্চ, পাইপ রেঞ্চ, ভাইস গ্রিপ রেঞ্চের মতো বিভিন্ন ধরণের রেঞ্চ রয়েছে। কাজের ধরণের উপর ভিত্তি করে বিভিন্ন ধরণের রেঞ্চ ব্যবহার করা হয়। নিচের ছবিতে কয়েকটি রেঞ্চ দেখানো হলো।


অ্যাডজাস্টেবল রেঞ্চ

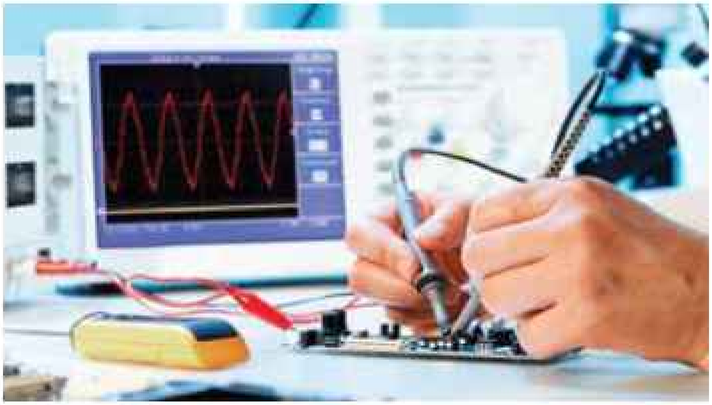

পাইপ রেঞ্চ


ভাইস গ্রিপ রেঞ্চ

চিত্র ১.১৫: বিভিন্ন প্রকার স্লাইড রেঞ্চ

১.৪.১০ অসিলোস্কোপ(Oscilloscope)

এটি ইলেকট্রনিক পরীক্ষণ যন্ত্র যার মাধ্যমে কোনো বৈদ্যুতিক ভোল্টেজের বা বিভবের ক্রমাগত পরিবর্তন অবলোকন করা যায়।



চিত্র ১.১৬: অসিলস্কোপ

১.৪.১১ ফ্রিকোয়েন্সি মিটার (Frequency Meter)

ফ্রিকোয়েন্সি মিটার এমন একটি যন্ত্র যা পর্যায়ক্রমিক বৈদ্যুতিক সংকেতের ফ্রিকোয়েন্সি প্রদর্শন করে। প্রতি সেকেন্ডে একটি বাতি কতবার জ্বলে এবং নিভে অর্থাৎ কতটি ওয়েভ সাইকেল তৈরি করে। সাধারণত আমাদের দেশে বৈদ্যুতিক ফ্রিকোয়েন্সি ৫০ হার্জ (Hz) অর্থাৎ প্রতি সেকেন্ডে ৫০টি ওয়েভ সাইকেল তৈরি করে।



চিত্র ১.১৭: ফ্রিকোয়েন্সি মিটার

১.৪.১২ সিগনাল জেনারেটর (Signal Generator)

এটা এমন একটি ইলেকট্রনিক্স ডিভাইস যা পুনরাবৃত্তি এবং অপুনরাবৃত্তি এনালগ বা ডিজিটাল সংকেত প্রদান করে থাকে। বিভিন্ন কাজে যেমন সংকেত পথনুসরণ, সংকেত পরিবর্ধক করা, সংকেত সম্পর্কিত সমস্যা সমাধান ইত্যাদি বিষয়ে সর্বাধিক ব্যবহৃত হয়। এটি বিভিন্ন ধরণের সংকেত এবং ফ্রিকোয়েন্সি তৈরি করে। যখন শব্দ সংকেত হতে নিয়ন্ত্রিত ভোল্টেজ প্রয়োগ করা হয় তখন ভোল্টেজ নিয়ন্ত্রিত অসিলেটরের মাধ্যমে সামঞ্জস্য তরঙ্গ তৈরি করে থাকে। এই তরঙ্গ বিভিন্ন ধরনের ওয়েভ প্যাটার্ণ যেমনস্কয়্যার, ট্রাই-অ্যাঙ্গুলার ওয়েভ হয়ে থাকে যা শব্দ সংকেত এর উপর নির্ভর করে।



চিত্র ১.১৮: সিগনাল জেনারেটর

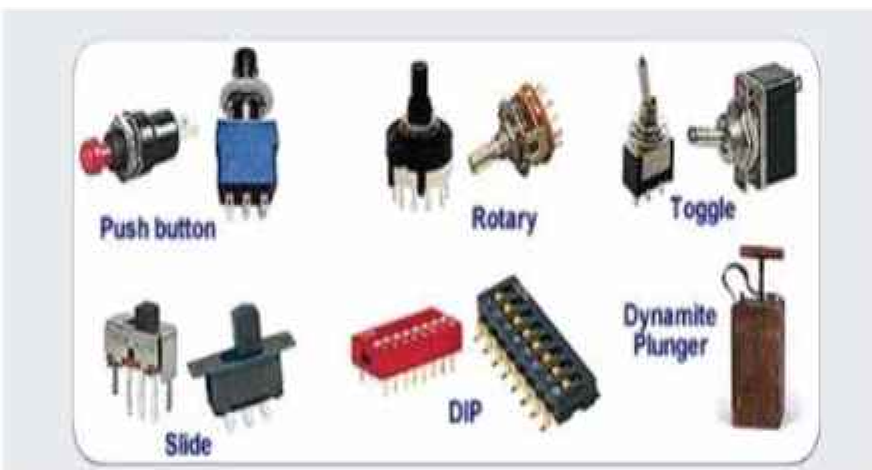
১.৪.১৩ বৈদ্যুতিক সুইচ (Electrical Switch)

এগুলো এমন ধরনের ডিভাইস যা সার্কিটে কারেন্ট প্রবাহকে বন্ধ করা বা চালু করার কাজে ব্যবহৃত হয়। প্রতিটি বৈদ্যুতিক এবং ইলেকট্রনিক্স অ্যাপ্লিকেশন ডিভাইস চালু এবং বন্ধ করার জন্য কমপক্ষে একটি সুইচ ব্যবহার করা হয়।

মূলত সুইচ দুই ধরণের হতে পারে।

ক) যান্ত্রিক সুইচ   খ) বৈদ্যুতিক সুইচ

যান্ত্রিক সুইচগুলো হল স্পর্শক সুইচ যা এগুলোকে অবশ্যই স্পর্শ করে, ঘুড়ায়ে, টিপে বা পুশ করার মাধ্যমে সক্রিয় করতে হয়। অন্যদিকে, বৈদ্যুতিক সুইচগুলো সার্কিট নিয়ন্ত্রণ করার জন্য সরাসরি স্পর্শ করার প্রয়োজন হয় না।



চিত্র ১.১৯: বিভিন্ন প্রকার বৈদ্যুতিক সুইচ

১.৪.১৩ প্লাগসহ সকেট (Plug with Socket)

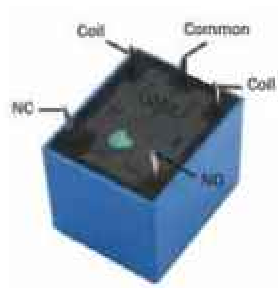
প্লাগ একটি বৈদ্যুতিক ডিভাইস যা পাওয়ার সংযোগ করতে ব্যবহৃত হয়। নিচে বিভিন্ন টাইপের প্লাগ এর সাথে বিভিন্ন আকারের সকেট দেখানো হয়েছে। সাধারণত টু'পিন এবং থ্রি'পিন প্লাগ দেখা যায় তবে এদের সজ্জায়ন ও আকার ভিন্ন হয়ে থাকে। সেই অনুযায়ী সকেট তৈরি করে থাকে।



চিত্র ১.২০: বিভিন্ন প্রকার প্লাগসহ সকেট

১.৪.১৪ রিলে (Relays)

কন্ট্রোল সার্কিট এবং অন্যান্য বৈদ্যুতিক কম্পোনেন্টসমূহ সুরক্ষা ও সুইচিংয়ের জন্য রিলে ব্যবহার করা হয়। সকল রিলের ভোল্টেজ বা কারেন্টের সাথে প্রতিক্রিয়ার মাধ্যমে সার্কিটগুলো খুলতে বা বন্ধ করতে সাহায্য করে। পাশের ছবিতে রিলেটি ৫টি টার্মিনাল পোস্ট নিয়ে গঠিত হয়েছে কয়েলে দু প্রান্তে দু'টি পোস্ট, মাঝে কমন এবং অপর পাশে ক্লোজ ও ওপেন পোস্ট থাকে।



চিত্র ১.২১: রিলে

১.৪.১৫ SMPS (Switched Mode Power Supply)

সুইচ-মোড পাওয়ার সাপ্লাই হল ইলেকট্রনিক পাওয়ার সাপ্লাই যা বৈদ্যুতিক শক্তিকে দক্ষতার সাথে সুইচিং নিয়ন্ত্রক হিসেবে কাজ করে। অন্যান্য পাওয়ার সাপ্লাইয়ের মতো SMPS ডিসি বা এসি সোর্স থেকে ডিসি লোডে পাওয়ার স্থানান্তর করে যেমন ডেস্কটপ কম্পিউটার।



চিত্র ১.২২: এসএমপিএস

১.৪.১৬ ভোল্টেজ স্ট্যাবিলাইজার Voltage Stabilizer

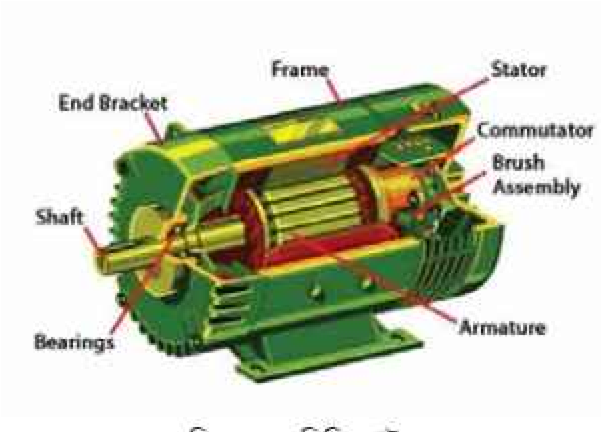
ভোল্টেজ স্ট্যাবিলাইজার হলো বৈদ্যুতিক ডিভাইস যা ইনপুট বা ইনকামিং সাপ্লাই ভোল্টেজের পরিবর্তন নির্বিশেষে এর আউটপুট টার্মিনালগুলিতে নির্দিষ্ট লোডের জন্য ধ্রুবক ভোল্টেজ সরবরাহ করে। ইহা ওভার ভোল্টেজ, আন্ডার ভোল্টেজ এবং অন্যান্য ভোল্টেজ বৃদ্ধির বিরুদ্ধে সরঞ্জাম বা যন্ত্রপাতি রক্ষা থাকে।



চিত্র ১.২৩: **ভোল্টেজ** স্ট্যাবিলাইজার

১.৪.১৭ ডিসি মোটর (DC Motor)

ডাইরেক্ট কারেন্ট মটর এক ধরনের বৈদ্যুতিক মেশিন যা বৈদ্যুতিক শক্তিকে যান্ত্রিক শক্তিতে রূপান্তর (ডিসি) **করে। ডিসি মটর** ডাইরেক্ট বৈদ্যুতিক শক্তি গ্রহণ করে এবং এই শক্তিকে যান্ত্রিক ঘূর্ণনে রূপান্তর করে।

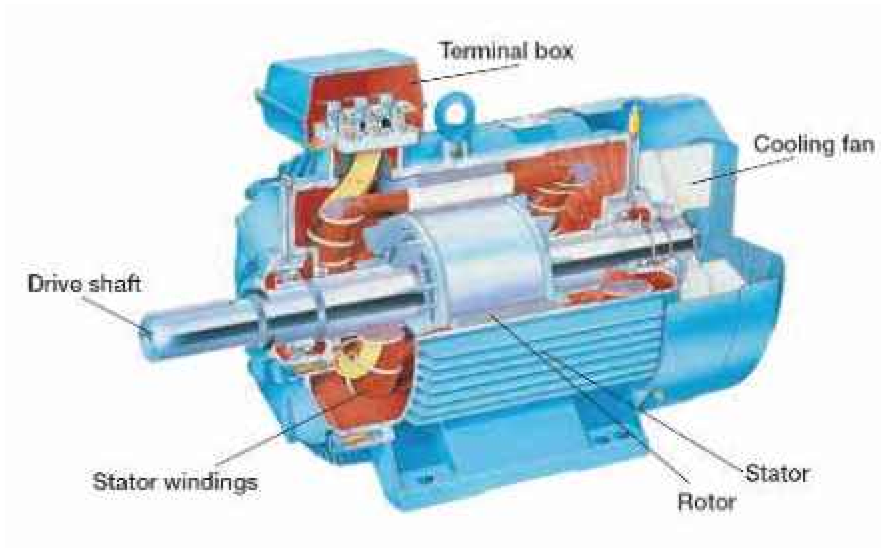


চিত্র ১.২৪: ডিসি মোটর

১.৪.১৮ এসি মটর (AC Motor)

এসি মটর হলো বৈদ্যুতিক মটর যা অল্টারনেটিং কারেন্ট দ্বারা চালিত হয়। এটিতে সাধারণত দুটি মৌলিক অংশ থাকে। বাইরের স্টেটরে ঘূর্ণায়মান চৌম্বক ক্ষেত্র তৈরির জন্য কয়েলে বিদ্যুৎ সরবরাহ করা হয় এবং আউটপুট শ্যাফ্টের সাথে সংযুক্ত ভিতরের রোটর দ্বিতীয় ঘূর্ণায়মান চৌম্বক ক্ষেত্র তৈরি করে। ফলে ড্রাইভ শ্যাফট ঘূর্ণন গতি লাভ করে । ইনপুটে টার্মিনাল বক্সে অন্তর্ভুক্ত টার্মিনাল পোস্টে বৈদ্যুতিক কারেন্ট সরবরাহ করা হয়।

২০২৫



চিত্র ১.২৫: এসি মোটর

১.৪.১৯ বৈদ্যুতিক জেনারেটর (Electrical Generator)

বৈদ্যুতিক জেনারেটর ডিজেল বা পেট্রোল ইঞ্জিন বা অন্যান্য শক্তি চালিত মেশিন। ইঞ্জিনের উৎপাদিত শক্তির সাহায্যে মোটর ড্রাইভেন শ্যাফটকে পরিচালিত করে। তারপর মোটরের নীতি অনুসারে এসি মোটর ন্যায় এসি উৎপন্ন করে। বৈদ্যুতিক জেনারেটর যাকে ডায়নামোও বলা হয় যা গৃহস্থালী, বাণিজ্যিক এবং শিল্প গ্রাহকদের কাছে পাওয়ার লাইনের মাধ্যমে সঞ্চালন এবং বিতরণের জন্য যান্ত্রিক শক্তিকে বিদ্যুতে রূপান্তর করে। জেনারেটর অটোমোবাইল, বিমান, জাহাজ ও ট্রেনের জন্য প্রয়োজনীয় বৈদ্যুতিক শক্তিও উৎপাদন করে। ইহা দুই ধরনের যথা- ক) এসি জেনারেটর খ) ডিসি জেনারেটর।



চিত্র ১.২৬: বৈদ্যুতিক জেনারেটর

২০২৫

অনুসন্ধানমূলক কাজ-২: টেবিলে দেওয়া বিভিন্ন ধরনের টুলস এর নাম ছবিতে চিহ্নিত কর।

Allen keys Crimpers Diagonal pliers Electrical tape End cutting pliers
Flash light Hammer Long nose pliers Nut driver Phillips screwdriver
Slotted screwdriver Socket wrench Tape measure Tool box Utility knife
Wire stripper



চিত্র ১.২৭: বিভিন্ন প্রকার টুলস

অনুসন্ধানমূলক কাজ-৩: ছবি চিহ্নিত অংশসমূহের নাম লিখ।

a. ______________________

b. ______________________

c. ______________________

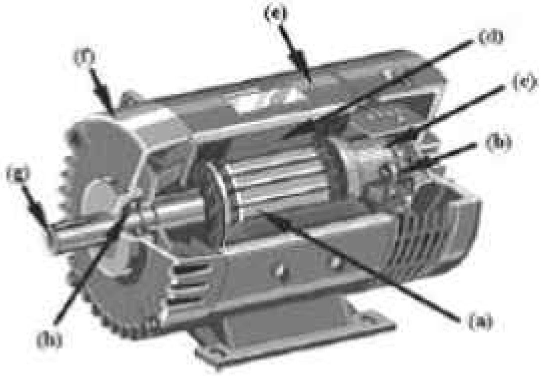
d. ______________________

e. ______________________

f. ______________________

g. ______________________

h. ______________________



১.৫ পরিমাপক যন্ত্রের শ্রেণিবিভাগ

আউটপুট রিডিং পদ্ধতির উপর নির্ভর করে বৈদ্যুতিক **পরিমাপক** যন্ত্রের শ্রেণিবিভাগ করা হলো।



চিত্র ১.২৮: পরিমাপক যন্ত্রসমূহ

সরাসরি পরিমাপক যন্ত্র: এই ধরনের ডিভাইসের আউটপুট সরাসরি প্রাপ্ত হয় এবং তাদের মান জানার জন্য কোনো গাণিতিক গণনার প্রয়োজন হয় না।

ডিজিটাল ইন্সট্রুমেন্ট: এটি দ্বারা সংখ্যাসূচক আকারে আউটপুট পাওয়া যায়। যন্ত্রটি এনালগ যন্ত্রের তুলনায় আরও অধিক কারণ পাঠে কোনও মানুষ কর্তৃক ত্রুটি ঘটার সম্ভবনা থাকে না।

এনালগ যন্ত্র: এ ধরনের যন্ত্রের আউটপুট ক্রমাগত পরিবর্তিত হয়। এনালগ যন্ত্রটিতে পয়েন্টার থাকে যা পরিমাপযোগ্য পরিমাণের মাত্রা দেখায়।

২০২৫

শূন্য বিচ্যুতি যন্ত্র: এই যন্ত্রটি শূন্য বা শূন্য বিচ্যুতি পরিমাপিত পরিমাণের মাত্রা নির্দেশ করে। যন্ত্রটির উচ্চ নির্ভুলতা এবং সংবেদনশীলতা রয়েছে। এতে একটি জানা এবং একটি অজানা মান ব্যবহার করা হয়। যখন জানা অজানা পরিমাপের পরিমাণের মান সমান হয়, তখন পয়েন্টারটি শূন্য বা শূন্য বিচ্যুতি দেখায়। এ যন্ত্রটি পটেনশিওমিটার এবং গ্যালভানোমিটারে শূন্য পয়েন্ট মাপার জন্য ব্যবহৃত হয়।

পয়েন্টার বিচ্যুতি যন্ত্র: যে যন্ত্রে পয়েন্টারের বিচ্যুতির মাধ্যমে পরিমাপের মান নির্ধারণ করা হয় তাকে পয়েন্টার বিচ্যুতি যন্ত্র বলে। কোনো সিস্টেমে চলমান যন্ত্রের পরিমাপের জন্য পরিমাপক যন্ত্রের পয়েন্টারকে বিচ্যুত করে যা ক্রমাঙ্কিত স্থির স্কেলের মাধ্যমে পরিমাণের মাত্রা জানা যায়।

নির্দেশক যন্ত্র: যে যন্ত্রটি পরিমাপকৃত পরিমাণের মাত্রা নির্দেশ করে তাকে নির্দেশক যন্ত্র বলে। নির্দেশক যন্ত্রটিতে একটি ডায়াল রয়েছে যা দাগকাটা ডায়ালের উপর চলে। ভোল্টমিটার, অ্যামিটার, পাওয়ার ফ্যাক্টর মিটার হল নির্দেশক যন্ত্রের উদাহরণ।

ইন্টিগ্রেটিং ইন্সট্রুমেন্ট: যে যন্ত্রটি নির্দিষ্ট সময়ের ব্যবধানে সরবরাহকৃত মোট শক্তি পরিমাপ করে তাকে ইন্টিগ্রেটিং যন্ত্র বলে। যন্ত্র দ্বারা পরিমাপ করা মোট শক্তি সময়ের গুণফল এবং বৈদ্যুতিক পরিমাণ পরিমাপ করে। যেমন- এনার্জি মিটার, ওয়াট আওয়ার মিটার।

রেকর্ডিং যন্ত্র: যে যন্ত্রটি নির্দিষ্ট সময়ের ব্যবধানে সার্কিটের অবস্থা রেকর্ড করে যা রেকর্ডিং যন্ত্র হিসাবে পরিচিত। এই রেকর্ডিং যন্ত্র একটি কলম বহন করে যা কাগজের শীটে হালকাভাবে স্পর্শ করে কাগজে আঁকা বক্ররেখার বৈদ্যুতিক মান পরিমাপের তারতম্য দেখায়।

অনুসন্ধানমূলক কাজ-৪: নিচের পরিমাপক যন্ত্রগুলো কোন শ্রেণির অন্তর্গততা উল্লেখ করো:

পরিমাপক যন্ত্রের নাম	ছবি	কোন শ্রেণির পরিমাপক যন্ত্র
ভোল্টমিটার		
অ্যামমিটার		

২০২৫

পরিমাপক যন্ত্রের নাম	ছবি	কোন শ্রেণির পরিমাপক যন্ত্র
ওয়াটমিটার		
এনার্জিমিটার		
ইসিজি (ইলেকট্রোকার্ডিওগ্রাফ) মেশিন		
সিভিআর (ককপিট ভয়েজ রেকর্ডার)		
সিসমোগ্রাফ		

চিত্র ১.২৯: বিভিন্ন ধরনের পরিমাপক যন্ত্র

১.৬ পরিমাপক যন্ত্রের ব্যবহার

পরিমাপ ব্যবস্থার প্রধান কাজগুলি হল বৈদ্যুতিক ইউনিটগুলি নির্দেশ করা, রেকর্ড করা, শনাক্ত করা, নিয়ন্ত্রণ করা এবং পরীক্ষা করা। এখানে পর্যবেক্ষণ সংক্রান্ত কিছু গুরুত্বপূর্ণ ব্যবহার দেওয়া হলো।

- বৈদ্যুতিক সিস্টেমের অপারেশন নিয়ন্ত্রণ এবং নিরীক্ষণ করতে সাহায্য করে।
- আদর্শ মানের সাহায্যে পরিমাপ ইউনিটের ত্রুটি খুঁজে পেতে সাহায্য করে।

- পাওয়ার স্টেশন তৈরিতে, ডেটা রেকর্ডিং, মান পরিমাপ, ত্রুটি শনাক্তকরণ এবং আরও অনেক উদ্দেশ্যে ব্যবহৃত হয়।
- বিপদজনক অবস্থার অবস্থান শনাক্ত এবং রক্ষা করতে সাহায্য করে।
- বৈদ্যুতিক সিস্টেমের পরীক্ষামূলক ডেটা বিশ্লেষণের জন্য পরিমাপ যন্ত্র ব্যবহার করা হয়।
- সঠিক সংখ্যাসূচক মান প্রদর্শনের জন্য এটি অপরিহার্য।
- বেশিরভাগ ক্ষেত্রে ল্যাব, শিল্প পরিবেশ, সায়েন্স অ্যান্ড ইঞ্জি: অধ্যয়ন, বৈদ্যুতিক ও ইলেকট্রনিক্স প্রকল্প নির্মাণ ইত্যাদিতে পর্যবেক্ষন কাজে ব্যবহার করা হয়।

১.৭ পরিমাপক যন্ত্রের যত্ন, রক্ষণাবেক্ষণ ও সংরক্ষণ

১ রক্ষণাবেক্ষণ ও অপারেশন টিমের সাথে সম্পর্কিত কাজসমূহ পরিচালনা করা।
২ প্রতিরোধমূলক রক্ষণাবেক্ষণ প্রোগ্রামসমূহের বিকাশ এবং কার্যকর করা।
৩ বৈদ্যুতিক, বায়ুসংক্রান্ত, ইলেকট্রনিক পাশাপাশি প্রোগ্রামেবল লজিক কন্ট্রোল (PLC) সিস্টেমের জন্য ইন্সট্রুমেন্টেশন মূল্যায়ন এবং সমস্যা সমাধান পরিচালনা করা।
৪ মেরামত ও প্রতিস্থাপনের সাথে কার্যকরী অনুসরণ করে কমিশন ইনস্ট্রুমেন্টেশন নিশ্চিত করা।
৫ প্রয়োজন অনুসারে ইন্সট্রুমেন্টেশনে কার্যকরী কর্মক্ষমতা সম্পর্কিত পরীক্ষা পরিচালনা করা।
৬ প্রয়োজনীয় যন্ত্র রক্ষণাবেক্ষণ বা প্রতিস্থাপন কার্যক্রম সম্পাদনের সাথে সামঞ্জস্যপূর্ণ পরিবেশ এবং সুরক্ষার প্রয়োজনীয়তার সাথে সামঞ্জস্যতা নিশ্চিত করা।
৭ যন্ত্রের রক্ষণাবেক্ষণ এবং নির্মাণ পরিচালনার সাথে সম্পর্কিত নিয়ন্ত্রক প্রয়োজনে পরিবর্তনের সচেতনতা বজায় রাখা এবং আপডেট করা।
৮ কাজের আদেশ সম্পূর্ণ করার জন্য শ্রেণীবিভাগ ও অগ্রাধিকার ব্যবস্থা মেনে চলা।
৯ পরিকল্পনা ও প্রতিক্রিয়াশীল কাজের ক্রিয়াকলাপ সম্পূর্ণ করার জন্য প্রয়োজনীয় দক্ষতা এবং সংস্থান শনাক্ত করতে পরিকল্পনা ও অপারেশন কর্মীদের সহায়তা করা।
১০ প্রতিটি অনুমোদিত অপারেশন ও রক্ষণাবেক্ষণ পদ্ধতি মেনে চলা।
১১ সময়সূচী কাজের লোড হিসাবে রক্ষণাবেক্ষণ পরিকল্পনাকারীদের সাথে সঞ্চালন করা।
১২ পরিমাপক যন্ত্রপাতি রক্ষণাবেক্ষণ ও পরিষ্কার করা।
১৩ কাজ সমাপ্তির জন্য সমস্ত নির্দেশাবলী মেনে চলা।

১.৮ ইলেকট্রো-স্ট্যাটিক ডিসচার্জ (ESD)

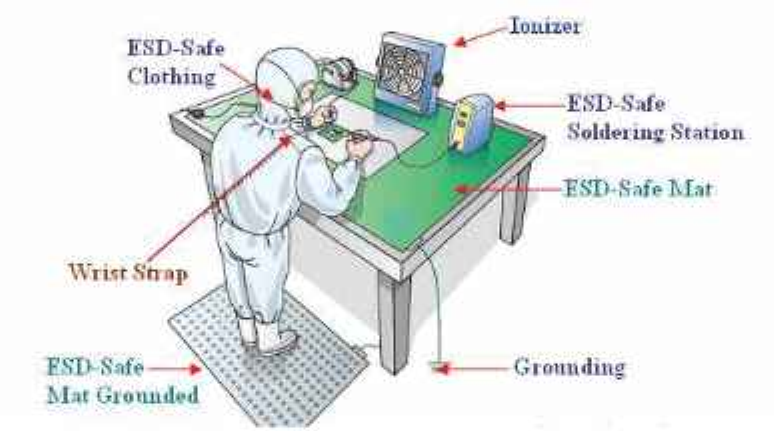
ইলেকট্রো-স্ট্যাটিক ডিসচার্জ হল দু টি বৈদ্যুতিক চার্জযুক্ত বস্তুর মধ্যে হঠাৎ এবং ক্ষণস্থায়ী বৈদ্যুতিক প্রবাহ যা একটি বৈদ্যুতিক শর্ট ডাই-ইলেকট্রিক ব্রেকডাউনের কারণে ঘটে। ট্রাইবোচার্জিং বা ইলেক্ট্রোস্ট্যাটিক ইন্ডাকশন

দ্বারা স্ট্যাটিক ইলেক্ট্রিসিটি তৈরি হতে পারে। ESD ঘটে যখন ভিন্নভাবে চার্জযুক্ত বস্তুগুলিকে একত্রে কাছাকাছি আনা হয় বা যখন তাদের মধ্যকার অন্তরক ভেঙ্গে যায়, প্রায়শই একটি দৃশ্যমান স্পার্ক তৈরি করে।

স্ট্যাটিক ইলেকট্রিসিটি হল ইলেকট্রনের ঘাটতি বা অতিরিক্ত ভারসাম্যহীনতা। ঘাটতি বা অতিরিক্ত ইলেকট্রনের মোট সংখ্যা সেই পৃষ্ঠের চার্জ নির্ধারণ করে। একটি অতিরিক্ত ইলেকট্রন পৃষ্ঠকে নেতিবাচক চার্জ এবং একটি ইলেকট্রন ঘাটতি পৃষ্ঠকে ধনাত্মক চার্জ ধরা হয়। এই চার্জ পরিমাপ করতে একটি ভোল্টমিটার ব্যবহার করা যেতে পারে।

নিরাপদ পণ্য ব্যবহার এবং সাধারণ সতর্কতা অনুসরণ করে ইএসডি প্রতিরোধ ও নির্মুল করা যেতে পারে:

- PCB (Printed Board Circuit) এর ইউনিট উৎপাদনের জন্য একটি ESD-নিরাপদ ক্লিনরুম পরিবেশে অ্যাসেম্বলি করতে হবে;
- PCB বা ইলেকট্রনিক সরঞ্জাম মেরামত করার সময়, কর্মীকে গ্রাউন্ড করার জন্য সর্বদা একটি গ্রাউন্ডেড অ্যান্টি-স্ট্যাটিক কব্জির চাবুক পরিধান করা প্রয়োজন;
- ESD-নিরাপদ মাদুর টেবিল বা কাজের বেঞ্চে এবং মাটিতে রাখতে হবে;
- অ্যান্টি-স্ট্যাটিক সরঞ্জাম ব্যবহার নিশ্চিত করা;
- যেখানে গ্রাউন্ডিং সম্ভব নয় সেখানে চার্জ নিরপেক্ষ করার জন্য আয়নাইজেশন (চার্জ প্রশমন) করার জন্য ionizers (স্টাটিক এলিমিনেটর) ব্যবহার করা;
- PCB প্যাকেজ করার সময় অ্যান্টিস্ট্যাটিক ব্যাগ ব্যবহার করা ইত্যাদি।



চিত্র ১.৩০: নিরাপদ পোষাক পরিহিত অবস্থায় কার্যরত

১.৮.১ পরিবাহী পদার্থ (Conductive Materials)

পরিবাহী পদার্থগুলি বৈদ্যুতিক প্রবাহের প্রবাহ বা উত্তরণ চার্জ বাহক হিসাবে ইলেকট্রন অথবা আয়ন-কে অনুমতি দেয় । এইভাবে দুই ধরনের পরিবাহী পদার্থ বিদ্যমান যেমন, ইলেকট্রনিক পরিবাহী ও আয়নিক পরিবাহী।

১.৮.২ নিরোধক পদার্থ (Insulative Materials)

নিরোধক পদার্থ ইলেকট্রনের প্রবাহকে বাধা দেয় বা সীমিত করে, বৈদ্যুতিক চার্জের সর্বোচ্চ প্রতিরোধ দেখায়। অর্থাৎ যে পদার্থের মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ যেতে দেয় না, সেই পদার্থকে নিরোধক পদার্থ বলে।

পরিবাহী এবং নিষ্ক্রিয় ধারক মধ্যে পার্থক্য



Material	Resistivity ρ(Ω•m) at 20°C	Conductivity σ(S/m) at 20°C
Silver	1.59×10^{-8}	6.30×10^{7}
Copper	1.68×10^{-8}	5.96×10^{7}
Annealed Copper	1.72×10^{-8}	5.80×10^{7}
Gold	2.44×10^{-8}	4.52×10^{7}
Aluminum	2.82×10^{-8}	3.5×10^{7}
Calcium	3.36×10^{-8}	2.82×10^{7}
Beryllium	4.00×10^{-8}	2.500×10^{7}
Rhodium	4.49×10^{-8}	2.23×10^{7}
Magnesium	4.66×10^{-8}	2.15×10^{7}
Molybdenum	5.225×10^{-8}	1.914×10^{7}

চিত্র ১.৩১: বিচ্ছিন্ন বনাম পরিবাহী চার্ট

১.৯ যন্ত্রপাতি পরীক্ষা পদ্ধতি (Equipment Testing Procedure)

১.৯.১ ক্যাপাসিট্যান্স পরিমাপ

ডিজিটাল মাল্টিমিটার দিয়ে ক্যাপাসিট্যান্স পরিমাপ করা যায় তবে এর মাধ্যমে মোটামুটি রিডিং প্রদান করতে পারে যা খুব সুনির্দিষ্ট নয়। সঠিক পরিমাপের জন্য, LCR (ইন্ডাকট্যান্স, ক্যাপাসিটেন্স এবং রেজিস্ট্যান্স) মিটার ব্যবহার করা হয় যা খুব ব্যয়বহুল এবং এমনকি সমমান সিরিজ রেজিস্ট্যান্স ব্যবহার করে ক্যাপাসিট্যান্স পরিমাপ করা যায়।

ডিজিটাল বা এনালগ মাল্টিমিটার ব্যবহার করে আমরা একাধিক বৈদ্যুতিক পরিমাণ যেমন ভোল্টেজ, কারেন্ট, রেজিস্ট্যান্স, ক্যাপাসিট্যান্স, ফ্রিকোয়েন্সি তাপমাত্রা এবং ধারাবাহিকতা বা কন্টিনিউটি ইত্যাদি পরিমাপ করতে পারি। বৈদ্যুতিক ইলেকট্রনিক উপাদান যেমন প্রতিরোধক, ক্যাপাসিটর, ডায়ড, ট্রানজিস্টর এবং তারের পরীক্ষা করতে পারি। নিম্নলিখিত ডিজিটাল মাল্টিমিটার ব্যবহার করে ক্যাপাসিটরের ক্যাপাসিট্যান্সের সঠিক মান পরিমাপ করা যায়।

১.৯.২ ডিজিটাল মাল্টিমিটারের সাহায্যে কাপাসিটর টেস্ট (ওহমমিটার মোড)

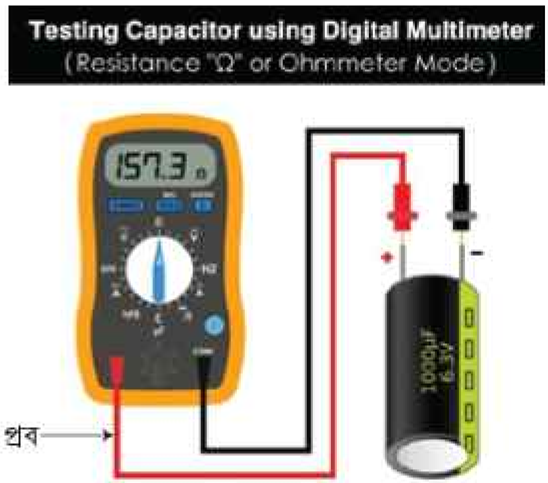
১. ক্যাপাসিটরটি পরিপূর্ণ চার্জমুক্ত নিশ্চিত করতে হবে অর্থাৎ ক্যাপাসিটরের দু'টি টার্মিনাল শর্ট করলে কোনো স্পার্ক না হয় তবে বুঝতে হবে এটি চার্জ মুক্ত।

২. মিটারের নবটি 1KΩ (১ কিলো ওহম) এ সেট করতে হবে।

৩. মাল্টিমিটার প্রবটি পজেটিভ অংশ ক্যাপাসিটরের পজেটিভ টারমিনালে এবং নেগেটিভ অংশ নেগেটিভ টারমিনালে সংযোগ করতে হবে।

৪. তারপর মিটারটি OL (Open Line) অথবা ∞ (অসীম) লেখা দেখাবে অর্থাৎ ক্যাপাসিটরটি ভাল আছে বোঝাবে।

৫. যদি কোনো পরিবর্তন না হয় তবে ক্যাপাসিটরটি অকেজো বা খারাপ ধরে নিতে হবে।



চিত্র-১.৩২ ওহম মিটার মোডে ক্যাপাসিটর টেস্ট

১.৯.৩ ডিজিটাল মাল্টিমিটারের সাহায্যে কাপাসিটর টেস্ট (ক্যাপাসিটেন্স মোড)

১. ক্যাপাসিটরটি পরিপূর্ণ চার্জমুক্ত নিশ্চিত করতে হবে অর্থাৎ ক্যাপাসিটরের দু'টি টারমিনাল শর্ট করলে কোনো স্পার্ক না হয় তবে বুঝতে হবে এটি চার্জ মুক্ত।

২. সার্কিট বোর্ড হতে ক্যাপাসিটরটি খুলতে হবে।

৩. মিটারের নবটি C মোডে এ সেট করতে হবে।

৪. মাল্টিমিটার পোর্ট এর পজেটিভ অংশ ক্যাপাসিটরের পজেটিভ টার্মিনালে এবং নেগেটিভ অংশ নেগেটিভ টার্মিনালে সংযোগ করতে হবে।

৫. যদি মিটারটি ক্যাপাসিটরের প্রকৃত মানের কাছাকাছি দেখায় তবে ক্যাপাসিটরটি ভাল আছে বলে ধরে নেয়া যাবে।



চিত্র-১.৩৩ ডিজিটাল মাল্টিমিটারের সাহায্যে ক্যাপাসিটেন্স মোডে ক্যাপাসিটর টেস্ট

২০২৫

ডিজিটাল মাল্টিমিটারের সাহায্যে ক্যাপাসিটর টেস্ট (কন্টিনিউটি মোড)

১. ক্যাপাসিটরটি পরিপূর্ণ চার্জমুক্ত নিশ্চিত করতে হবে অর্থাৎ ক্যাপাসিটরের দু'টি টারমিনাল শর্ট করলে কোনো স্পার্ক না হয় তবে বুঝতে হবে এটি চার্জ মুক্ত।
২. সার্কিট বোর্ড হতে ক্যাপাসিটরটি খুলতে হবে।
৩. মিটারের নবটি কন্টিনিউটি মোডে এ সেট করতে হবে।
৪. মাল্টিমিটার নবটি পজেটিভ অংশ ক্যাপাসিটরের পজেটিভ টারমিনালে এবং নেগেটিভ অংশ নেগেটিভ টারমিনালে সংযোগ করতে হবে।
৫. যদি মিটারটি OL (Open Line) অথবা শব্দ করে থেমে যায় তবে ক্যাপাসিটরটি ভাল আছে।
৬. যদি মিটারটি OL অথবা শব্দ না করে তবে ক্যাপাসিটরটি খারাপ আছে।
৭. যদি মিটারটি লাইট অন অথবা অনবরত শব্দ হতে থাকে তবে ক্যাপাসিটরটি শর্ট আছে।



চিত্র-১.৩৪ ডিজিটাল মাল্টিমিটারের সাহায্যে কন্টিনিউটি মোডে ক্যাপাসিটর টেস্ট

১.৯.৪ ডায়ড পরীক্ষা

ডায়ড হল একটি সাধারণ PN জংশন এবং দুটি টার্মিনাল ডিভাইস যা এক দিকে (ফরোয়ার্ড বায়াস) কারেন্ট প্রবাহিত করতে দেয়। এটি বিভিন্ন ইলেকট্রনিক ডিজাইন এবং সিস্টেমে সবচেয়ে বেশি ব্যবহৃত উপাদান যেমন- রেকটিফায়ার, এলইডি লাইট সম্পর্কিত সার্কিট, ভোল্টেজ মাল্টিপ্লায়িং সার্কিট, সোলার প্যানেল, লজিক গেট ইত্যাদি।

ফরোয়ার্ড বায়াসের ক্ষেত্রে ডায়ডের ভোল্টজ ড্রপ পরিমাপের মাধ্যমে ডায়ড টেস্ট করা হয়। ফরয়োর্ড বায়াসে ডায়োড বন্ধ সুইচ হিসেবে কাজ করে অর্থাৎ কারেন্ট প্রবাহিত হবে এবং কন্ডাক্টর এর মতো ব্যবহার করবে। রিভার্স বায়াসে খোলা সুইচ হিসেবে কাজ করে অর্থাৎ কারেন্ট প্রবাহিত হয় না এবং রেজিস্টর এর মতো ব্যবহার হবে।

ডিজিটাল মাল্টিমিটারের সাহায্যে ডায়ড টেস্ট **(** ডায়ড টেস্ট মোড**):**

১. সার্কিট হতে ডায়োড খুলতে হবে;
২. মিটারের নবটি ডায়ড টেস্ট মোডে এ সেট করতে হবে:
৩. মাল্টিমিটার প্রবটি পজেটিভ অংশ ডায়ডের পজেটিভ লিড (অ্যানোড) এবং নেগেটিভ অংশ নেগেটিভ লিড (ক্যাথোড) সংযোগ করতে হবে। (ফরোয়ার্ড বায়াস);
৪. যদি মিটারটি ০.৫-০.৮ ভোল্ট (সাধারন সিলিকন ডায়োড), ০.২-০.৩ ভোল্ট (জারমেনিয়াম ডায়োড) দেখায় তবে ডায়ডটি ভাল আছে। (ফরোয়ার্ড বায়াস):

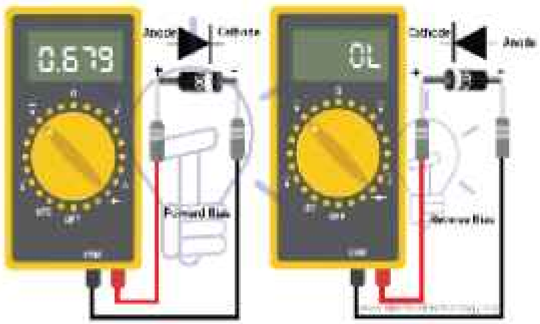
২০২৫

৫. মাল্টিমিটার প্রবটি পজেটিভ অংশ ডায়ডের পজেটিভ লিড (ক্যাথোড) এবং নেগেটিভ অংশ নেগেটিভ লিড (অ্যানোড) সংযোগ করতে হবে। (রিভার্স বায়াস);

৬. যদি মিটারটি OL (Open Line) দেখায় তবে ডায়ডটি ভাল আছে। (রিভার্স বায়াস);

৭. যদি মিটারটি উভয় কানেকশনে OL (Open Line) দেখায় তবে ডায়োডটি খারাপ আছে;

৮. যদি মিটারটি উভয় কানেকশনে ০.৪ ভোল্ট দেখায় তবে ডায়োডটি শর্ট আছে।

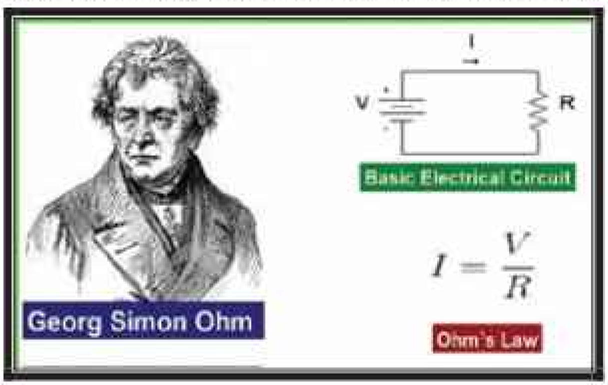


চিত্র-১.৩৫: ডিজিটাল মাল্টিমিটারের সাহায্যে ডায়োড টেস্ট

১.১০ ওহমের সূত্র

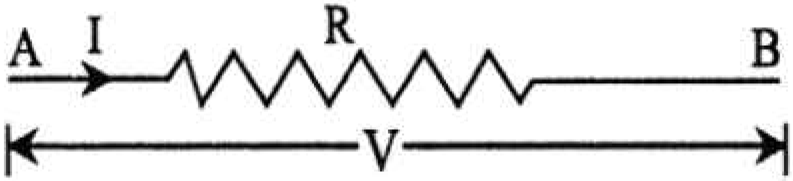
কোনো পরিবাহীর দুই প্রান্তের মধ্যে ভোল্টেজ পার্থক্য থাকলে তার মধ্য দিয়ে কারেন্ট প্রবাহিত হতে পারে। এই কারেন্ট প্রবাহের পরিমাণ নির্ভর করে পরিবাহীর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য, পরিবাহীর আকৃতি ও উপাদান এবং পরিবাহীর তাপমাত্রার উপর। একটি নির্দিষ্ট পরিবাহীর তাপমাত্রার স্থির থাকলে, তার মধ্য দিয়ে যে কারেন্ট প্রবাহিত হয় তা এর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য এবং রেজিস্ট্যান্স-এর উপর নির্ভর করে।

গাণিতিকভাবে এই কারেন্ট ভোল্টেজ সম্পর্কটি লেখা যায়-



এই সম্পর্কে জর্জ সাইমন ওহম ১৮২৭ খ্রিস্টাব্দে একটি সূত্র প্রতিষ্ঠা করেন, যা তার নামানুসারে ওহমের সূত্র নামে পরিচিত। সার্কিটের , ভোল্টেজ ও রেজিস্ট্যান্স-এর মান নির্ণয় করার জন্য ওহমের সূত্র ব্যবহার করা হয়। নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোনো পরিবাহীর ভিতর দিয়ে যে কারেন্ট প্রবাহিত হয়, তা ঐ পরিবাহীর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্যের সমানুপাতিক এবং রেজিস্ট্যান্স-এর ব্যস্তানুপাতিক বা উল্টানুপাতিক।

১.১০.১ ওহমের সূত্রের গাণিতিক ব্যাখ্যা



মনে করি, AB পরিবাহীর দুই প্রান্তের বিভব যথাক্রমে V_A ও V_B । পরিবাহীর রেজিস্ট্যান্স R এবং এর ভিতর দিয়ে প্রবাহিত কারেন্ট I পরিবাহীর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য = $V_A \sim V_B = V$

ওহমের সূত্রানুসারে

$$I \propto V \text{.....................(i)} \qquad \text{[যখন R ধ্রুবক]}$$

এবং $$I \propto \frac{1}{R} \text{...................(ii)} \qquad \text{[যখন V ধ্রুবক]}$$

(i) ও (ii) নং হতে পাই, $I \propto \frac{V}{R}$ [যখন V ও R উভয়ই পরিবর্তনশীল]

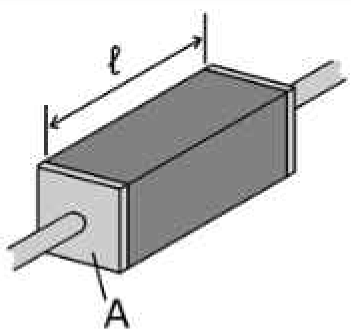
বা, $I = k \cdot \frac{V}{R}$........(iii) [এখানে K ধ্রুবক]

(যদি কোনো পরিবাহীর ১ ওহম রেজিস্ট্যান্স-এর মধ্য দিয়ে ১ ভোল্ট বৈদ্যুতিক চাপে ১ অ্যাম্পিয়ার কারেন্ট প্রবাহিত হয়, তবে K এর মান ১ হবে)

(iii) নং সমীকরণে $k = 1$ বসিয়ে পাই, $I = \frac{V}{R}$........(iv)

১.১০.২ রোধ ও পরিবাহিতার মধ্যে সম্পর্ক

কোনো পরিবাহকের দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য ১ ভোল্ট হলে যদি তার মধ্য দিয়ে ১ অ্যাম্পিয়ার তড়িৎ প্রবাহ প্রবাহিত হয় তবে ঐ পরিবাহীর রোধকে ১ ওহম বলে। রোধের বিপরীত রাশি হলো পরিবাহিতা বা কন্ডাক্টেন্স।



নির্দিষ্ট উষ্ণতায় যেকোনো পরিবাহীর রোধ এর দৈর্ঘ্যের সমানুপাতিক এবং প্রস্থচ্ছেদের ব্যস্তানুপাতিক। অতিপরিবাহী (সুপার কন্ডাক্টর) ছাড়া সব পরিবাহীরই কিছু না কিছু রোধ আছে, তা যত ক্ষুদ্রই হোক না কেন। কোনো একটি বস্তুর রোধ দুইটি বিষয়ের উপর নির্ভর করে। একটি উপাদান অন্যটি আকার।

কোনো পরিবাহির প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল A , দৈর্ঘ্য l হলে ঐ পরিবাহির রোধ হবে,

$R \alpha \frac{l}{A}$ বা, $R = \rho \frac{l}{A}$ (**ρ হল পরিবাহীর রোধাঙ্ক**, যা একটি ধ্রুবক সংখ্যা)

১.১০.৩ রোধের সাথে জুল প্রভাবের সম্পর্ক

বিজ্ঞানী জুল মতে যেকোনো রোধ বিশিষ্ট পদার্থের মধ্যে দিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হলে বিদ্যুৎ শক্তিকে তাপশক্তিতে রূপান্তরিত করে। R রোধ বিশিষ্ট কোনো পদার্থের মধ্যে দিয়ে t সময় ধরে যদি I পরিমাণ বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয় তবে উৎপন্ন তাপশক্তির পরিমাণ হবে,

মোট তাপ, $H = I^2Rt$ (SI পদ্ধতিতে এর সাধারণ রূপ হল $H = \frac{Rt}{J} I^2$ যেখানে J জুল ধ্রুবক।

১.১১ বৈদ্যুতিক সার্কিট এর ধারণা

তুল্য রোধ (Equivalent Resistance)

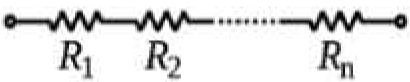
কোনো বর্তনীতে বিদ্যমান রোধগুলোর পরিবর্তে যে বিশেষ মানের কোনো রোধের জন্য বর্তনীতে বিভব ও তড়িৎ প্রবাহ অপরিবর্তিত থাকে, সেই মানটিকে ঐ বর্তনীর তুল্য রোধ (R_{eq}) বলে ।

তুল্য রোধ দুই ধরনের হয়ে থাকে

- সিরিজ তুল্যরোধ (R_s)
- প্যারালাল তুল্যরোধ (R_p)

সিরিজ বর্তনী (Series Circuit)

যখন কোনো বর্তনীতে তার রোধগুলো একই পথে যুক্ত থাকে অর্থাৎ একটির শেষ প্রান্তের সাথে অপরটির প্রথম প্রান্ত যুক্ত থাকে তখন তাকে শ্রেণি বর্তনী বলে এবং এক্ষেত্রে বর্তনীর সকল উপাদানের মধ্যে দিয়ে একই পরিমাণ বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয়।

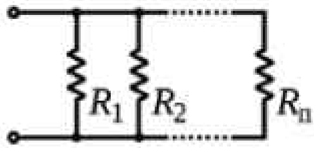


একটি পরিবাহী তারে $R_{১}$, $R_{২}$, $R_{৩}$,.... ইত্যাদি রোধ সিরিজ বর্তনী থাকলে, তুল্যরোধ)Rs) হবে -:

$Rs = R_{১} + R_{২} + R_{৩} + ...$

প্যারালাল বর্তনী (Parallel Curcuit)

যখন কোনো বর্তনীতে সবগুলো রোধের প্রথম প্রান্ত একটি মাত্র সাধারণ বিন্দুতে এবং অপরপ্রান্ত অপর একটি মাত্র সাধারণ বিন্দুতে যুক্ত থাকে তখন সে বর্তনীকে বলা হয় সমান্তরাল বর্তনী। সমান্তরাল বর্তনীতে তার প্রত্যেক উপাদানের বিভব পার্থক্য একই থাকে।



একটি পরিবাহী তারে $R_১$, $R_২$, $R_৩$, ... ইত্যাদি রোধ প্যারালাল বর্তনী থাকলে, মোট তুল্যরোধ, R_P

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \dots \dots \dots$$

অনুসন্ধানমূলক কাজ ৫: ব্যাবহারিক কার্য করার পূর্বে নিম্ন ধাপসমূহ সম্পন্ন করা হয়েছে কি?

ক্রমিক	কার্যকরি ধাপসমূহের বিবরণ	হ্যাঁ	না	মন্তব্য
১	যেখানে কর্মীদের গ্রাউন্ডিংয়ের জন্য ESD প্রোটেক্টেড ফ্লোরিং ব্যবহার করা হয়, সেখানে কি ফুট গ্রাউন্ডিং ডিভাইস বা পরিবাহী পাদুকা পরা হয়?			
২	যেখানে পরিবাহী মেঝে এবং পাদুকা কর্মীদের গ্রাউন্ডিংয়ের জন্য ব্যবহার করা হয়, কর্মীরা কি এলাকায় প্রবেশ করার পরে গ্রাউন্ডিংয়ের ধারাবাহিকতা পরীক্ষা করে?			
৩	কর্মীরা কি ESD প্রতিরক্ষামূলক ওয়ার্কস্টেশনে গ্রাউন্ডেড কব্জির স্ট্র্যাপ পরেন?			
৪	কর্মীরা কি ধারাবাহিকতার জন্য কব্জির স্ট্র্যাপ পরীক্ষা করছেন বা ক্রমাগত গ্রাউন্ড মনিটর ব্যবহার করছেন?			
৫	যেখানে ক্রমাগত গ্রাউন্ড মনিটর ব্যবহার করা হয় না, সেখানে কব্জির স্ট্র্যাপগুলি কি নিয়মিতভাবে এবং ঘন ঘন বিরতিতে চেক করা হয় এবং লগ করা হয়?			
৬	কব্জির স্ট্র্যাপ চেকার এবং ক্রমাগত গ্রাউন্ড মনিটর কি পর্যায়ক্রমে চেক করা হয় এবং রক্ষণাবেক্ষণ করা হয়?			
৭	কব্জির স্ট্র্যাপ এবং পায়ের গ্রাউন্ডারগুলি কি সঠিকভাবে ফিট করে?			
৮	কব্জি স্ট্র্যাপ এবং পায়ের গ্রাউন্ডার সঠিকভাবে কাজ করছে?			
৯	কব্জি স্ট্র্যাপ কর্ড চেক করা হয়, ব্যক্তির উপর, ওয়ার্কস্টেশনে?			
১০	নিষ্পত্তিযোগ্য ফুট গ্রাউন্ডার কি একবার ব্যবহারের জন্য সীমাবদ্ধ?			
১১	কব্জির স্ট্র্যাপ এবং পায়ের গ্রাউন্ডারের পরীক্ষার রেকর্ড কি রাখা হয় এবং রক্ষণাবেক্ষণ করা হয়?			
১২	যখন প্রয়োজন হয়, ESD প্রতিরক্ষামূলক পোশাক কি সঠিকভাবে পরা হয়?			
১৩	অপ্রয়োজনীয় ব্যক্তিগত জিনিসপত্র কি ESD নিয়ন্ত্রিত এলাকার বাইরে রাখা হয়?			
১৪	ESD নিয়ন্ত্রিত এলাকায় কর্মরত কর্মীরা কি বর্তমানে প্রত্যয়িত বা এসকর্টেড?			
১৫	ESD নিয়ন্ত্রিত এলাকায় অ্যাক্সেস সহ সমস্ত কর্মী কি প্রশিক্ষিত?			
১৬	ESD নিয়ন্ত্রণ প্রয়োজনীয়তা দর্শকদের উপর আরোপ করা হয়?			

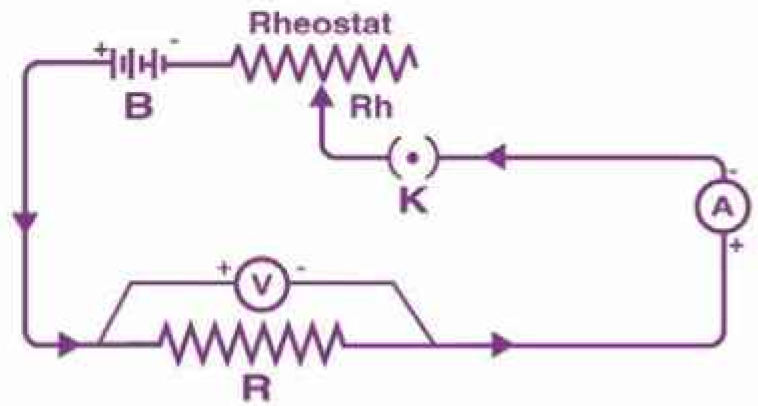
২০২৫

ব্যাবহারিক

জব ১: বৈদ্যুতিক বর্তনীর কারেন্ট, ভোল্টেজ ও রেজিস্ট্যান্স এর মান নির্ণয়ে দক্ষতা অর্জন।

পারদর্শিকতা মানদন্ড:
১. ইএসডি সতর্কতা বিধি অনুসরণ করা; ২. সার্কিটে ব্যবহৃত উপাদানসমূহ পরীক্ষার জন্য পরিমাপক যন্ত্র নির্বাচন করা; ৩. পরিমাপক যন্ত্রের কার্যক্ষমতা চেক করা; ৪. ইলেকট্রিক্যাল পরিমাপ তথ্যসমূহ নির্দিষ্ট ছকে লিপিবদ্ধ করা; ৫. ইলেকট্রিক্যাল যন্ত্রাংশসমূহ যথাস্থানে ব্যবহার ও সংরক্ষণ করা; ৬. কাজের শেষে সকল মালামালসমূহ নির্দিষ্ট স্থানে সংরক্ষণ এবং পরিষ্কার পরিচ্ছন্ন করা।

সার্কিট ডায়াগ্রাম



ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম

ক্রমিক নং	সুরক্ষা সরঞ্জামের নাম	সংক্ষিপ্ত বিবরণ	পরিমাণ
১	সেফটি সু	মানসম্মত	১ জোড়া
২	গগলস	মানসম্মত	১টি
৩	হ্যান্ড গ্লাভস	মানসম্মত	১ সেট
৪	অ্যাপ্রন	সাইজ অনুযায়ী	১টি
৫	মাস্ক	সাইজ অনুযায়ী	১টি

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি (টুলস)

ক্রমিক নং	যন্ত্রপাতির নাম	সংক্ষিপ্ত বিবরণ	পরিমাণ
১	ওহম মিটার	ডিজিটাল	১টি
২	নিয়ন টেস্টার	মানসম্মত	১টি
৩	কম্বিনেশন প্লায়ার	৬ ইঞ্চি	১টি
৪	ফ্লাট স্ক্রু ড্রাইভার	৬ ইঞ্চি	১টি
৫	ফিলিপস স্ক্রু ড্রাইভার	৬ ইঞ্চি	১টি
৬	স্লাইড রেঞ্জ	৬ ইঞ্চি	১টি
৭	কাটিং 'স'	৬ ইঞ্চি	১টি
৮	ওয়্যার স্ট্রীপার	৬ ইঞ্চি	১টি
৯	লং নোজ প্লায়ার	৬ ইঞ্চি	১টি

ইকুইপমেন্ট

ক্রমিক নং	ইকুইপমেন্ট এর নাম	সংক্ষিপ্ত বিবরণ	পরিমাণ
১	রেজিস্টর	মানসম্মত	১টি
২	অ্যামমিটার	মানসম্মত	১টি
৩	ভোল্টমিটার	মানসম্মত	১টি
৪	ব্যাটারী	সাইজ অনুযায়ী	১টি
৫	প্লাগ-কী	সাইজ অনুযায়ী	১টি
৬	রিওস্টেট	পাওয়ার রেটিং ১২০ -২৫০০ ওয়াট	১টি

মালামাল

ক্রমিক নং	মালামালের নাম	সংক্ষিপ্ত বিবরণ	পরিমাণ
১	ফ্লেক্সিবল ওয়্যার	১৪/০.০৭৬ 2×0.40 RM	পরিমাণমত
২	কাঠের পাটাতন	২ ফুট চওড়া ও ২ ফুট লম্বা	১টি
৩	প্লাস্টিক চ্যানেল	১/২ ইঞ্চি	৪ ফুট
৪	সুইচ	২২০ ভোল্ট, ৫ অ্যাম্পিয়ার	২টি
৫	ইন্সুলেটিং টেপ	মানসম্মত	পরিমাণ মত

কাজের ধারা

১. মালামালের তালিকা অনুযায়ী যন্ত্রপাতি, ইকুইপমেন্ট ও মালামাল সংগ্রহ করো;
২. ব্যক্তিগত নিরাপত্তা সরঞ্জাম সংগ্রহ ও পরিধান করো;
৩. প্রথমে ডায়াগ্রাম অনুযায়ী প্রতিটি ইকুইপমেন্টের সহিত সংযোগ প্রদান করো;
৪. প্রাথমিকভাবে কী (K) বন্ধ অবস্থায় রাখো;
৫. এবার, কী (K) চালু করে এবং অ্যামিমিটার (**A**) এবং ভোল্টমিটার (**V**)-তে ন্যূনতম রিডিং পেতে রিওস্ট্যাট সামঞ্জস্য করো;
৬. রিওস্ট্যাটের স্লাইডিং টার্মিনালটি সরানোর মাধ্যমে সার্কিটে কারেন্ট ধীরে ধীরে বৃদ্ধি করো; প্রক্রিয়া চলাকালীন, সার্কিটে প্রবাহিত কারেন্ট এবং প্রতিরোধের তারের **R** সহ সম্ভাব্য পার্থক্যের সংশ্লিষ্ট মান রেকর্ড করো;
৭. **V** ও **I** মানের প্রতিটি সেটের জন্য **V/I** অনুপাত গণনা করো;
৮. যখন প্রতিটি ক্ষেত্রে **V/I** অনুপাত গণনা করো, লক্ষ্য করবে যে, এর মান প্রায় একই। তাই (**V/I = R**, যা একটি ধ্রুবক);
৯. সম্ভাব্য পার্থক্যের বিপরীতে কারেন্টের একটি গ্রাফ প্লট করো, এটি একটি সরল রেখা হবে। সুতরাং প্রমাণ করে যে কারেন্ট সম্ভাব্য পার্থক্যের সমানুপাতিক।

ডাটা টেবিল

Sl.	I_t	I_1	I_2	V_t	V_1	V_2	R_1	R_2	R_1	V/I = R	Remarks
১											
২											
৩											

সতর্কতাসমূহ

- কাজ করার সময় অব্যশই পিপিই পরিধানকরতে হবে।
- সঠিকভাবে টুলসের ব্যবহার নিশ্চিত হতে হবে।
- কাজের সময় অমনোযোগী হওয়া যাবে না ।
- যদি বোঝাতে সমস্যা হয় তবে শিক্ষক এর সহায়তা নিতেহবে।
- শিক্ষক এর অনুমতি ছাড়া অন্য কোনো কাজ করা যাবে না।

বিশেষ নির্দেশনা

ইলেকট্রিক স্ট্যাটিক ডিসচার্জ বিধি অনুসরণ করে ব্যবহারিক কার্য সম্পাদন করতে হবে। কানেটিং লীডগুলো শক্তভাবে লাগাতে হবে। মিটারগুলো সঠিক নিয়মে সংযোগ করতে হবে ও ক্রটিমুক্ত রিডিং সংগ্রহ করতে হবে।

অর্জিত দক্ষতা

জবটি সম্পন্ন করে একটি বতনীর প্রতীকসমূহ ব্যবহার, ভোল্টেজ, কারেন্ট ও রেজিস্টেন্স পরিমাপের মাধ্যমে ওহমের সূত্রের যাচাই করা।

জব ২: ওয়েল্ডিং মেশিন কার্যাবস্থায় ক্লিপ-অন মিটারের সাহায্যে কারেন্ট ও ভোল্টেজ এর মান নির্ণয়ে দক্ষতা অর্জন।

পারদর্শিকতা মানদন্ড

১. ইএসডি সতর্কতা বিধি অনুসরণ করা;
২. সার্কিটে ব্যবহৃত উপাদানসমূহ পরীক্ষার জন্য পরিমাপক যন্ত্র নির্বাচন করা;
৩. পরিমাপক যন্ত্রের কার্যক্ষমতা চেক করা;
৪. ইলেকট্রিক্যাল পরিমাপ তথ্যসমূহ নির্দিস্ট ছকে লিপিবদ্ধ করা;
৫. ইলেকট্রিক্যাল যন্ত্রাংশসমূহ যথাস্থানে ব্যবহার ও সংরক্ষণ করা;
৬. কাজের শেষে সকল মালামালসমূহ নির্দিস্ট স্থানে সংরক্ষণ এবং পরিষ্কার পরিচ্ছন্ন করা।

ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম

ক্রমিক নং	সুরক্ষা সরঞ্জামের নাম	সংক্ষিপ্ত বিবরণ	পরিমান
১	সেফটি সু	মানসম্মত	১ জোড়া
২	গগলস	মানসম্মত	১টি
৩	হ্যান্ড গ্লাভস	মানসম্মত	১ সেট
৪	অ্যাপ্রন	সাইজ অনুযায়ী	১টি
৫	মাস্ক	সাইজ অনুযায়ী	১টি

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি (টুলস)

ক্রমিক নং	যন্ত্রপাতির নাম	সংক্ষিপ্ত বিবরণ	পরিমাণ
১	ওয়েল্ডিং মেশিন	ডিজিটাল	১টি
২	ইলেকট্রোড হোল্ডার	মানসম্মত	১টি
৩	টং	মানসম্মত	১টি
৪	ওয়্যার ব্রাশ	মানসম্মত	১টি
৫	চিপিং হ্যামার	মানসম্মত	১টি

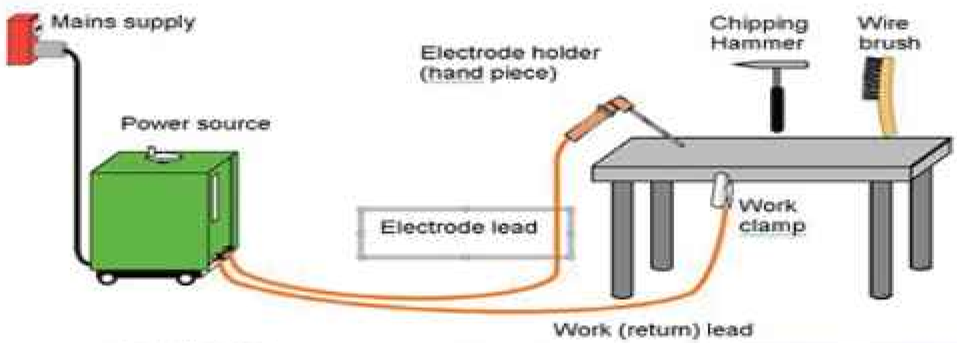
ইকুইপমেন্ট

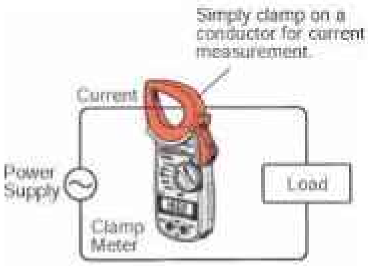
ক্রমিক নং	ইকুইপমেন্ট এর নাম	সংক্ষিপ্ত বিবরণ	পরিমাণ
১	ওয়েল্ডিং মেশিন	মানসম্মত	১টি
২	ইলেকট্রোড হোল্ডার	মানসম্মত	১টি

মালামাল

ক্রমিক নং	মালামালের নাম	সংক্ষিপ্ত বিবরণ	পরিমাণ
১	ওয়েল্ডিং টেবিল	আদর্শ মানের	১সেট
২	কাঠের পাটাতন	আদর্শ মানের	১টি
৩	ওয়েল্ডিং জব	সরবরাহকৃত	১টি

ছবি দেখে ক্লিপ-অন মিটারের সাহায্যে নিজে নিজে পরিমাপ করো।









অনুশীলনী-১

অতিসংক্ষিপ্ত উত্তর প্রশ্ন

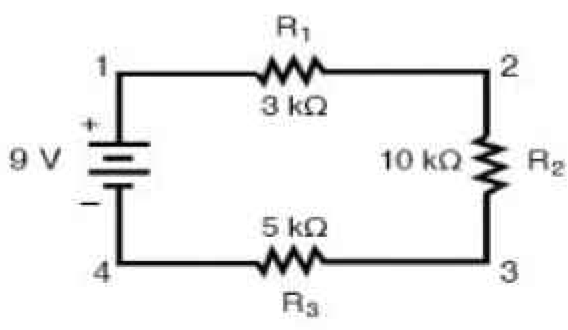
১. কারেন্ট বলতে কী বোঝায়?
২. ভোল্টেজ বলতে কী বোঝায়?
৩. বৈদ্যুতিক পাওয়ার বলতে কী বোঝায়?
৪. জেনারেটর বলতে কী বোঝায়?
৫. রোধ বলতে কী বোঝায়?
৬. রেজিস্ট্যান্স এর ব্যবহারিক একক কী?

সংক্ষিপ্ত উত্তর প্রশ্ন

১. Ohm's Law কী? ওহমের সূত্র লিখ।
২. Power Factor কী?
৩. অসিলোস্কোপ কী?
৪. চোক কয়েল কী?
৫. পরিমাপক যন্ত্র এর শ্রেণীবিন্যাস করে দেখাও।
৬. সিরিজ-প্যারালাল সার্কিটের বৈশিষ্ট্যসমূহ লিখ।

রচনামূলক প্রশ্ন

১. নিচের চিত্রের প্রতিটি লোডের কারেন্ট ও ভোল্টেজ এবং সমতুল্য রোধের মান নির্ণয় কর।
২. এসি ও ডিসি কারেন্টের মধ্যে পার্থক্য লিখ।
৩. তিনটি রোধ বিশিষ্ট বর্তনী অঙ্কন করে উহার সমতুল্য রোধ নির্ণয় কর।
৪. একটি ৩০ ওয়াট বাতির রেজিস্ট্যান্স ৬৫০ ওহম। বাতিটিতে ২২০ ভোল্ট সরবরাহ করলে উহার মধ্য দিয়ে কী পরিমাণ কারেন্ট প্রবাহিত হবে?
৫. ওহমের সূত্রটি বর্ণনা কর।



২০২৫

দ্বিতীয় অধ্যায়

কী-কাপলিং অ্যান্ড বিয়ারিং

Key-Cupling and Bearing



প্রায় প্রত্যেকের বাসা-বাড়িতেই কোনো না কোনো ঘূর্ণায়মান যন্ত্রপাতি থাকে। যেমন- সিলিং ফ্যান, টেবিল ফ্যান, প্যাডেস্টাল ফ্যান, পানির পাম্প, বৈদ্যুতিক মটর, বাই সাইকেল, ব্লান্ডার ইত্যাদি । এছাড়া বাজারে বা আশে পাশে ধান, গম, ভুট্টা, হলুদ, মরিচ ইত্যাদি ভাঙ্গা নোর মেশিন দেখা যায়। এগুলোর প্রত্যকটিতেই চালক ও চালিত অংশ থাকে। যেমন- টেবিল ফ্যানের মটরের সাথে ফ্যান বা পাখা, পানির পাম্পের সাথে ইলেকট্রিক মটর। এ অধ্যায়ে আমরা এসকল অংশসমূহের মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন পূর্বক কার্যক্ষম করার জন্য কি, কাপলিং ও বিয়ারিং সংশ্লিষ্ট যে যান্ত্রিক ব্যবস্থা থাকে তা শিখব।

এই অধ্যায় শেষে আমরা

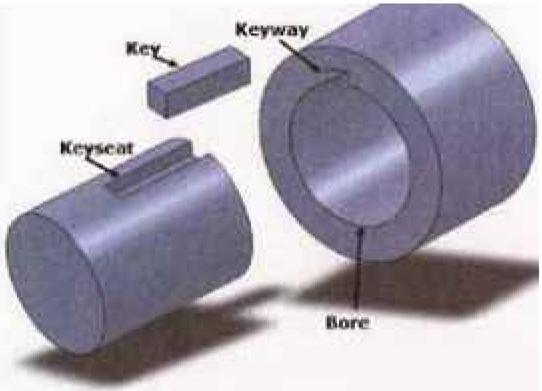
- বিভিন্ন প্রকার চাবি বা কী (Key) এর মাধ্যমে সংযোগ স্থান বা কাপলিং চিহ্নিত করতে পারব;
- বিভিন্ন প্রকার চাবি তৈরি করতে পারব;
- দুই বা ততোধিক যন্ত্রাংশের মধ্যে কাপলিং বা সম্পর্ক স্থাপন করতে পারব;
- বিভিন্ন ধরনের বিয়ারিং ব্যবহার করতে পারব;
- কাজ শেষে ওয়ার্কশপ পরিষ্কার-পরিচ্ছন্ন ও মালামাল সংরক্ষণ করতে পারব।

পূর্বের পৃষ্ঠায় উল্লেখিত শিখনফলসমূহ অর্জনের লক্ষ্যে এই অধ্যায়ে আমরা দু'টি জব সম্পন্ন করব। এ জবসমূহের মাধ্যমে একজন শিক্ষার্থী কী-কাপলিং চিহ্নিতকরণ, ব্যাবহারিক ক্ষেত্র, বিভিন্ন বিয়ারিং এর ব্যবহারসহ ব্যাবহারিক দক্ষতা অর্জন করতে পারব।

২.১ কী, কাপলিং ও বিয়ারিং পরিচিতি

২.১.১ কী (Key)

কোনো যন্ত্রাংশ যেমন- ফ্যান ব্লেড, গীয়ার, পাম্প ইম্পেলার, ব্লান্ডার ব্লেড, বিয়ারিং (Bearing), হাব (Hub), ক্যাম ইত্যাদি শ্যাফটের সাথে একই দিকে ও সমগতিতে ঘোরানোর জন্য যন্ত্রাংশের সংযোগস্থলে অক্ষের সমান্তরালে কী-ওয়ে বা খাঁজকাটা অংশে স্টিলের তৈরি যে ধাতুব খন্ডকে প্রবেশ করে দৃঢ়ভাবে আবদ্ধ করা হয় তা-ই কী বা চাবি। চাবি ঘূর্ণায়মান মেশিন শ্যাফটের সাথে কোনো যন্ত্রাংশ সংযুক্ত করতেই ব্যবহৃত হয়।। এ ধরনের চাবি দুই পার্শ্ব সমান্তরাল এবং মাথাযুক্ত ও মাথাবিহীন উভয় প্রকার হয়ে থাকে। কী সঠিকভাবে কাজ করার জন্য, শ্যাফ্ট এবং ঘূর্ণায়মান অংশ (গিয়ার, পুলি ও কাপলিং) উভয়েরই কী-ওয়ে ও কী-সিট থাকে।



চিত্র ২.১: কী এর অবস্থান দেখানো হয়েছে

২.১.২ কাপলিং (Coupling)

কাপলিং এমন এক ধরনের যান্ত্রিক ব্যবস্থা যা দু'টি শ্যাফ্টকে অর্থাৎ চালক শ্যাফট থেকে চালিত শ্যাফটে সঠিকভাবে শক্তি সরবরাহ করতে একসাথে সংযুক্ত করার জন্য ব্যবহার হয়। কাপলিং এমন ধরনের ডিভাইস যা শক্তি প্রেরণের জন্য দুটি শ্যাফট এর প্রান্ত একত্রে সংযুক্ত করতে ব্যবহৃত হয়। কাপলিং এর মূল উদ্দেশ্য হলো ঘূর্ণায়মান সরঞ্জামসমূহ সংযুক্ত করা। শ্যাফট সাধারণত ৬ মিটার হতে ১০ মিটার এর মধ্যে সহজে শক্তি স্থানান্তরিত করতে ব্যবহৃত হয়। দৈর্ঘ্য বড় করার জন্য কাপলিং করার প্রয়োজন হয়। ফলে উক্ত সীমার মধ্যে রেখে কাপলিং করে শ্যাফটের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি করে টর্ক ও শক্তি প্রেরণ করা যায়।



চিত্র ২.২: কাপলিং এর বিভিন্ন অংশ

২০২৫

২.২ কী, কাপলিং ও বিয়ারিং এর প্রকারভেদ:

২.২.১ কী-এর প্রকারভেদ

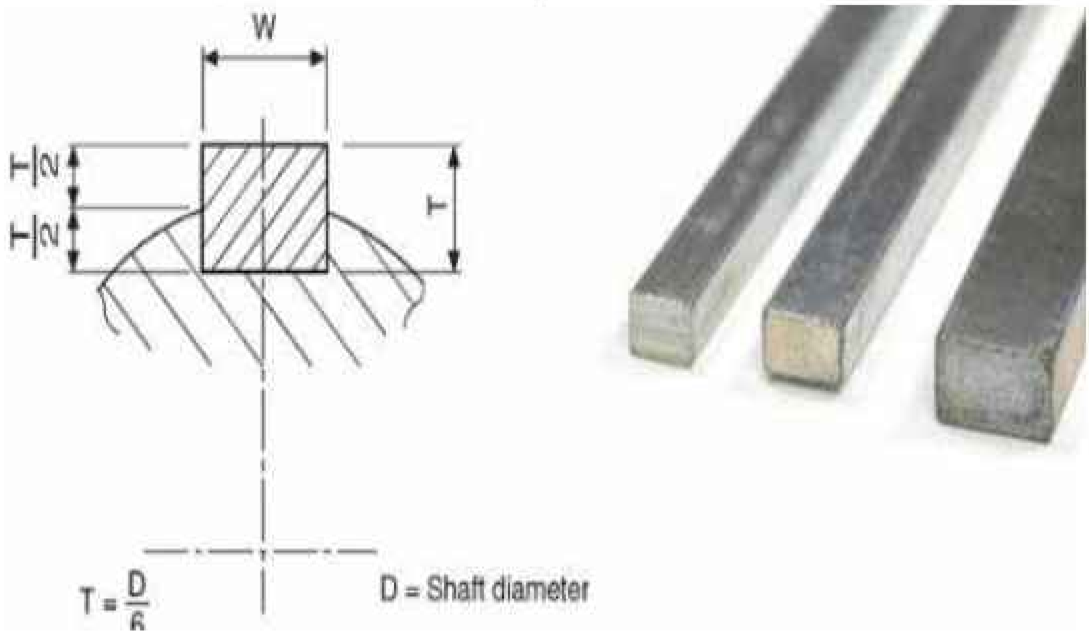
আকৃতি ও কি স্থাপন ব্যবস্থার উপর ভিত্তি করে নিম্নরূপভাগে ভাগ করা যায়-

সাঙ্ক-কী (Sunk Keys)

যখন একটি চাবি শ্যাফটের অর্ধেক অংশে এবং হাবের অর্ধেক অংশের সাথে স্থাপন করা হয়, তখন এধরনের কী সাঙ্ক কী নামে পরিচিত হয় । অনেক ধরনের সাঙ্ক কী রয়েছে। যেমন- আয়তাকার স্কয়্যার প্যারালেল জিব হেডেড ইত্যাদি।

আয়তাকার সাঙ্ক-কী (Rectangular Sunk Key)

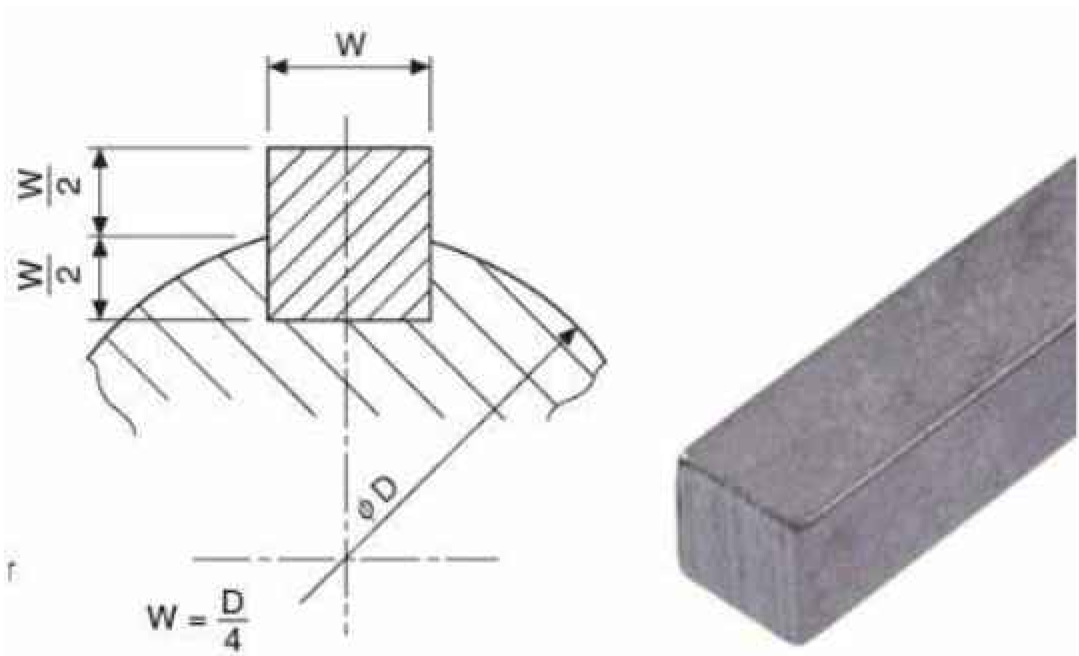
আয়তাকার -কী উচ্চতার চেয়ে প্রশস্ত বড় হয়। কখনো কখনো আয়তাকার সাঙ্ক-কী ফ্ল্যাট-কী নামেও ব্যবহার হয়ে থাকে। এগুলো প্রায় ৫০০ মিমি ব্যাস পর্যন্ত শ্যাফটে ব্যবহার করা হয়। এ ধরনের কী এর গভীরতা না বাড়িয়ে অতিরিক্ত প্রস্থ ব্যবহার করে অধিকতর টর্ক সহনশীল করা যায়।



চিত্র ২.৩: আয়তাকার সাঙ্ক কী

স্কয়ার সাঙ্ক-কী (Square Sunk Key)

সাধারণত ২৫ মিমি পর্যন্ত শ্যাফটের জন্য এগুলি ব্যবহার করা হয়। এ ধরনের কী আয়তাকার-কী এর তুলনায় গভীর হয় তাই এগুলো বড় শ্যাফটের জন্য ব্যবহার করা হয়।

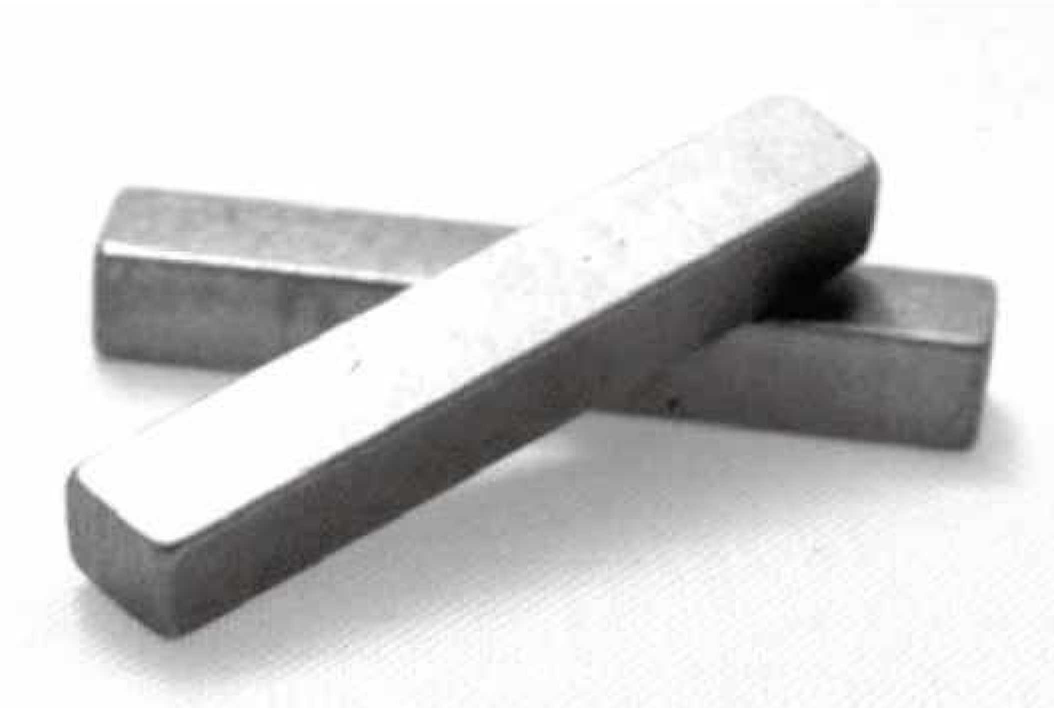


চিত্র ২.৪:স্কয়ার সাঙ্ক কী

সমান্তরাল সাঙ্ক-কী (Parallal Sunk Key)

টেপার অ্যাঙ্গেল ছাড়াই সমান্তরাল সাঙ্ক-কিগুলো আয়তাকার বা বর্গাকা হতে পারে। এই কী গুলো সস্তা এবং সহজলভ্য হওয়ায় ইনস্টল করা সহজতর হয়। কারণ কম্পন বা ঘূর্ণনের ফলে কী টিকে বাইরের দিকে ঠেলে দেয়। এই কীগুলো সাধারণত শ্যাফ্ট-কীওয়ের নীচে এবং কী জয়েন্টের পাশে শক্তভাবে লাগানো হয় এবং হাব-কী ওয়ের শীর্ষে ফাঁকা রাখা হয়।

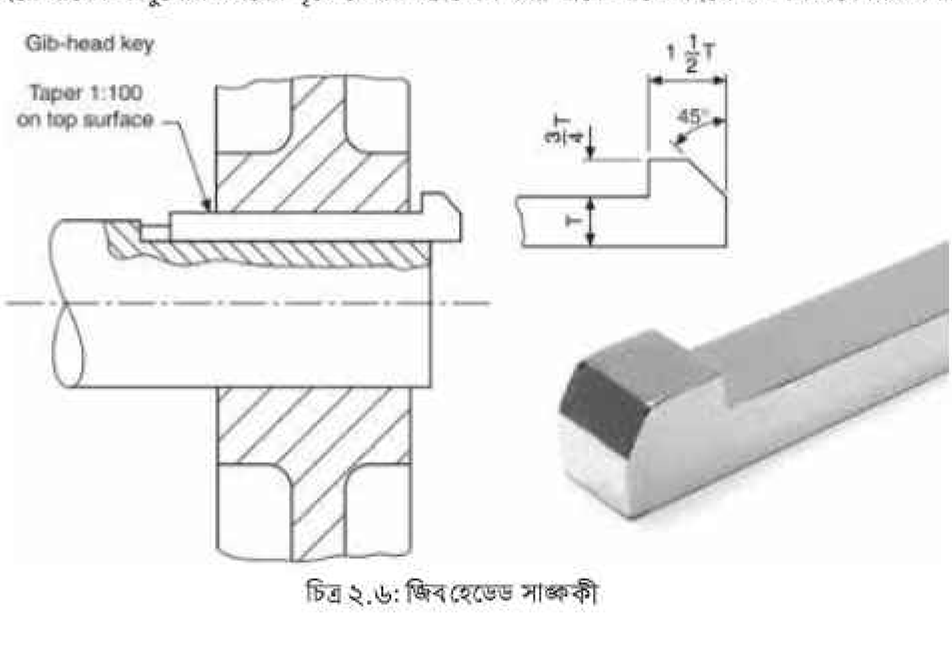
২০২৫



চিত্র ২.৫: সমান্তরাল সাঙ্ক কী

জিব হেডেড সাঙ্ক-কী (Gib Headed Sunk key)

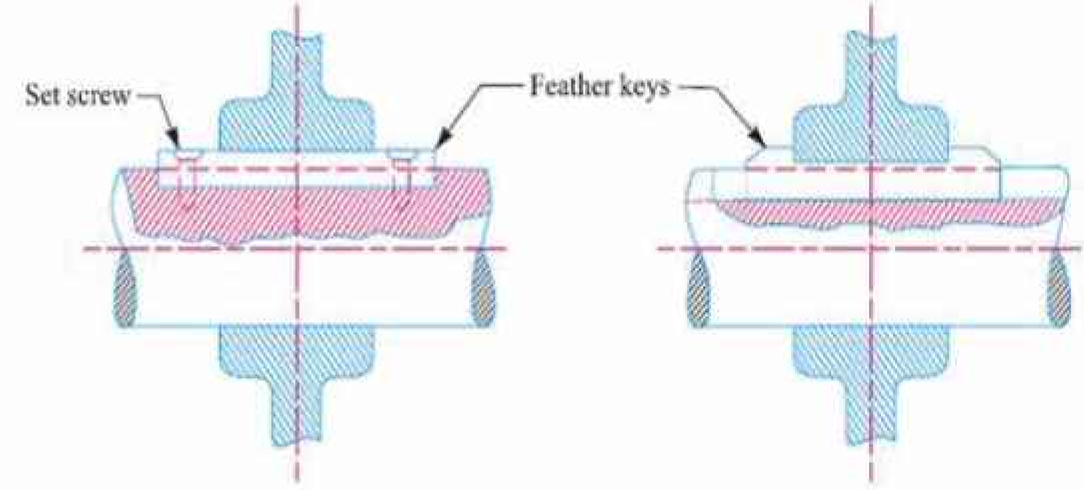
জিব হেডেড সাঙ্ক-কীগুলো খোলা সহজ বিধায় ব্যবহার করা সুবিধাজনক। এগুলো সাধারণত আয়তাকার বা বর্গাকার হয়ে থাকে। কীগুলোর উপরের পৃষ্ঠে টেপার অ্যাঙ্গেল করা থাকে যাতে সহজে ও ভালভাবে ফিট করা যায়।



চিত্র ২.৬: জিব হেডেড সাঙ্ককী

পালক সাঙ্ক-কী (Feather Sunk key)

পালক সাঙ্ক কী দেখতে প্যারালাল কী এর মতো কিন্তু এর দুই প্রান্ত অর্ধ-ব্যাস করা থাকে। এগুলো পুলির শ্যাফটের মধ্যস্থলে স্ক্রু সেট দিয়ে আটকানো হয় এবং অক্ষ বরাবরে স্থাপনের জন্য পালক কী এর খাদ বা হাবের সাথে সংযুক্ত থাকে। এ ধরনের কী শ্যাফট ও হাবের মধ্যে এর সমান্তরাল ও বিপরীত মুখ বরাবরে শক্তি সরবরাহ করতে সক্ষম এবং একই সাথে এটিকে স্লাইড করা যায়।



চিত্র ২.৭: পালক সাঙ্ক কী

স্যাডল-কী (Saddle Keys)

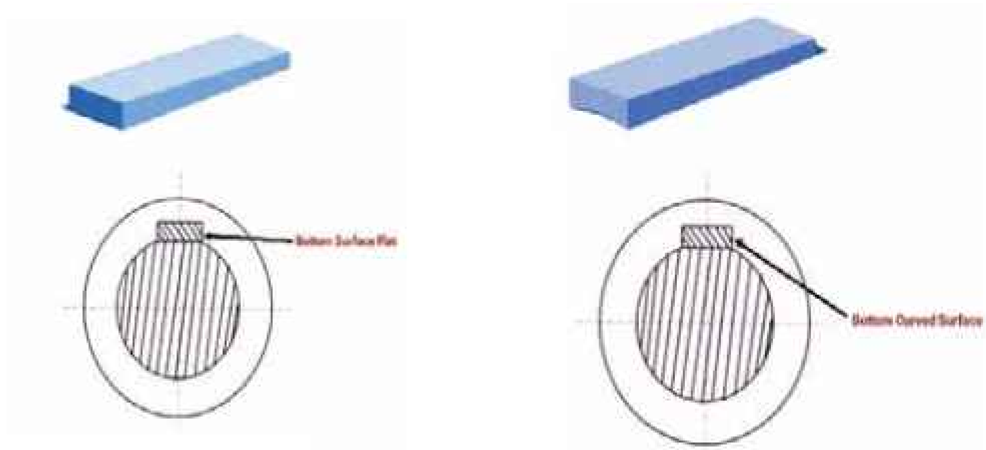
এ ধরনের কি গুলো খুবই কম ব্যবহার করা হয়। কারণ এগুলো উচ্চ টর্ক প্রেরণ করতে পারে না এবং স্যাডলে খাদের ব্যবস্থা থাকে না বরং এটি ঘর্ষন দ্বারা খাদটিকে ধরে রাখে। স্যাডল কী দুই ধরনের হয়ে থাকে। যেমন-

ফ্ল্যাট স্যাডল-কী (Flat saddle key)

এ ধরনের কী এর উপরের দিকে টেপার করা থাকে। চাবি ও শ্যাফটের সমতল মুখের দিক নিচের দিকে টেপারড হাব কী-ওয়েতে ফিট করা হয়।

ফাঁপা স্যাডল-কী (Hallow saddle Key)

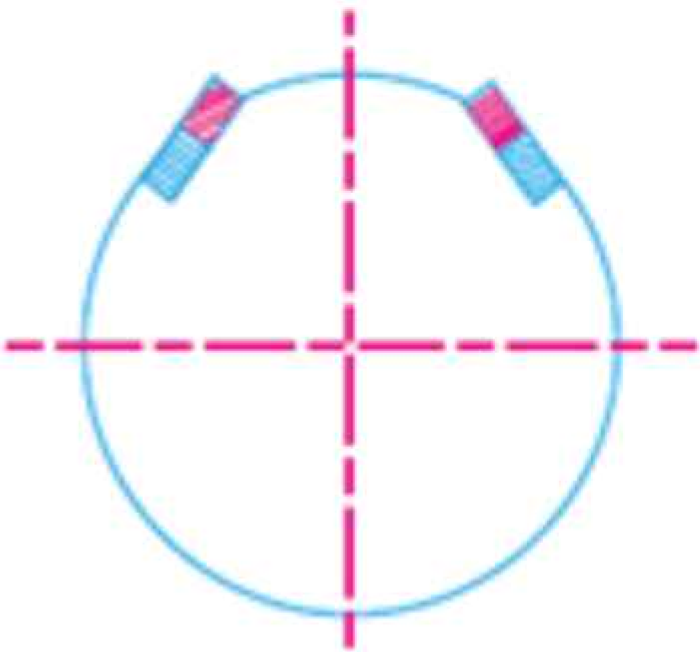
এ ধরনের কী এর উপরের দিকে টেপার করা থাকে এবং নিচের দিকে হালকা বৃত্তাকার হয় । এগুলো টেপারড হাব কী ওয়েতে ফিট করা হয় এবং শ্যাফটের বৃত্তকার পরিধির পৃষ্ঠের নীচে চাপ দিয়ে লাগোন হয়।



চিত্র ২.৮ : ফ্লাট এবং হোলো সেডেল কি

স্পর্শক-কী (Tangent Keys)

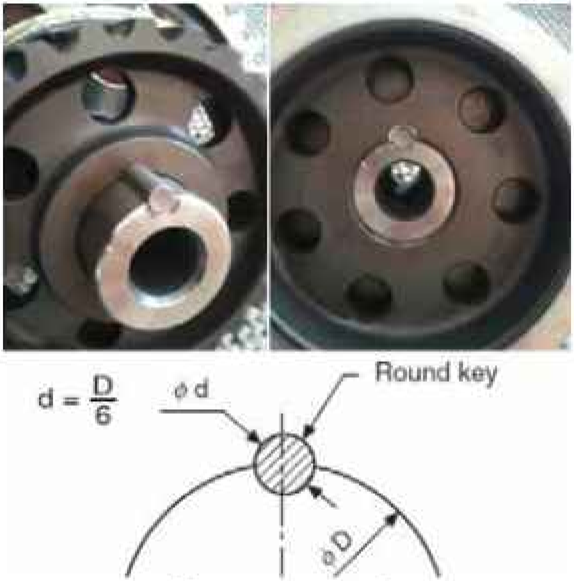
এ ধরনের কী ভারী যন্ত্রপাতির জন্য ব্যবহৃত হয়। স্পর্শক কী জোড়া করার ক্ষেত্রে একে অপরের সাথে সমকোণে এবং শ্যাফটের পৃষ্ঠের স্পর্শক হিসাবে অবস্থান করে। এগুলো শুধুমাত্র এক দিকে টর্শন সহ্য করতে পারে। বিশেষ ক্ষেত্রে এগুলো ব্যবহার করা হয়।



চিত্র ২.৯: স্পর্শক কী

বৃত্তাকার-কী (Round Keys)

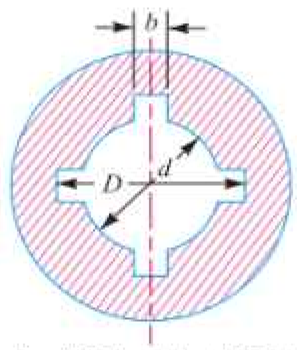
এ ধরনের কী বৃত্তাকার গর্তবিশিষ্ট স্থানে ফিট করা হয়। বৃত্তাকার কীগুলো শ্যাফটের অর্ধেক অংশের ছিদ্রে এবং বাকি অর্ধেক অংশ হাবের মধ্যে স্থাপন করা হয়। এই ধরনের কীগুলো সাধারণত কম শক্তির ড্রাইভের জন্য তৈরি করা হয়ে থাকে।



চিত্র ২.১০: বৃত্তাকার-কি

স্প্লাইন্স (Splines)

যখন কোনো কী খাদ বা হাবের অবিচ্ছেদ্য অংশ হয় তখন এ ধরণের কী সমূহকে স্প্লাইন্স কী বা স্প্লাইন্স শ্যাফট কী বলা হয়। এগুলো বিশেষ কাজে ব্যবহৃত হয় যেমন- কোনো শ্যাফটের আকারের চেয়ে বড় অংশে টর্ক প্রেরণ করতে। সাধারণত অটোমোবাইল ট্রান্সমিশনে, স্লাইডিং গিয়ার ট্রান্সমিশনে স্প্লাইন্স কী ব্যবহার করতে দেখা যায়।



$D = 1.25\,d$ and $b = 0.25\,D$

চিত্র ২.১১: স্প্লাইন্স কী

২০২৫

২.২.২ কাপলিং-এর প্রকারভেদ

জেনারেল মেকানিক্স কাজে ব্যবহৃত যন্ত্রাংশসমূহে সংযুক্ত করতে বিভিন্ন ধরনের কাপলিং ব্যবহৃত হয়ে থাকে। যেমন- বিম, স্লিভ

বিম কাপলিং (Beam Coupling)

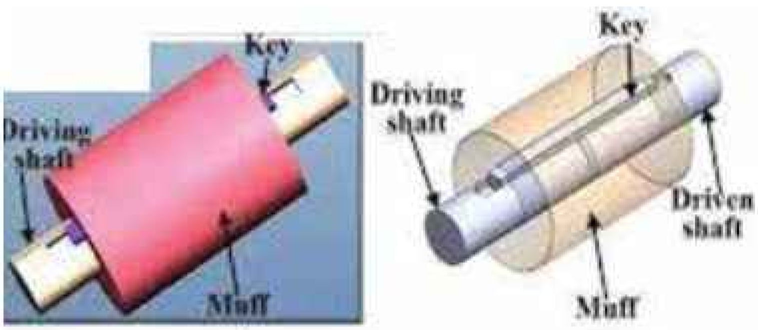
বীম কাপলিং কে হেলিক্যাল (Helical) কাপলিং বলা হয়। এটি ফ্লেক্সিবল (Flexible) কাপলিং ব্যবস্থা যেখানে দুটি শ্যাফটের মধ্যে শক্তি বা টর্ক সরবরাহের জন্য একটি শ্যাফটের সাথে অন্য কোনো শ্যাফটের কৌণিক মিসএলাইনমেন্ট (Misalignment) বা সমান্তরাল অফসেট (Parallel Offset) থাকলেও সমস্যা হয় না এবং অক্ষীয় গতি সরবরাহের জন্য ব্যবহৃত হয়।



চিত্র ২.১২: বিম কাপলিং

স্লিভ বা মাফ কাপলিং (Sleeve or Muff Coupling)

এ ধরনের কাপলিং কে বক্স কাপলিংও বলা হয়। এটি স্লিভ বা ফাঁপা সিলিন্ডার দিয়ে তৈরি করা হয় যা শ্যাফটের ইনপুট ও আউটপুট প্রান্তে অদৃশ্যমান চাবির সাহায্যে লাগানো থাকে। কাপলিং ব্যবহারের উপর ভিত্তি করে বোরের মধ্যে একটি কী-ওয়ে তৈরি করা হয় যাতে চাবির মাধ্যমে টর্ক প্রেরণ করা যায়।

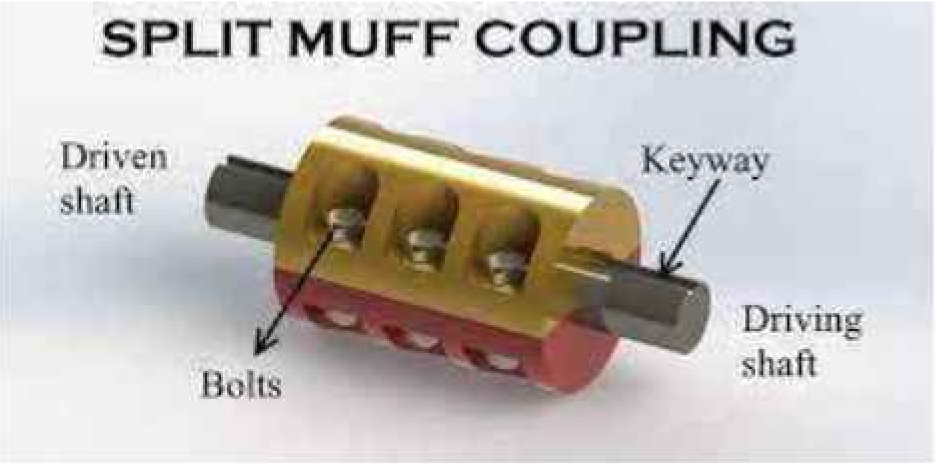


চিত্র ২.১৩: মাফ কাপলিং

২০২৫

স্প্লিট মাফ কাপলিং (Split Muff Coupling)

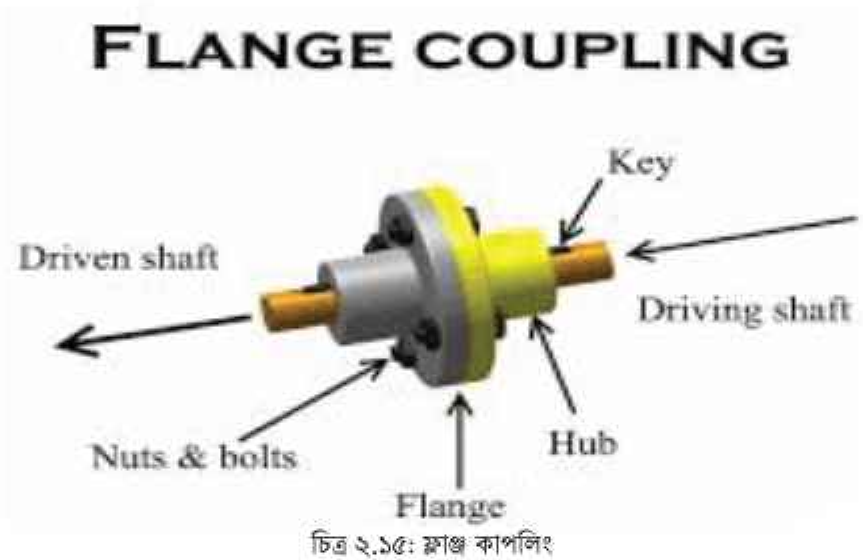
স্প্লিট মাফ কাপলিংকে কম্প্রেশন কাপলিং বা ক্ল্যাম্প কাপলিংও বলা হয়। এটি খুবই দৃঢ় (Rigid) কাপলিং। দু'টি হাব দিয়ে এই কাপলিং এর স্লিভ তৈরি করা হয়। সাধারণত এ কাপলিং এর হাবসমূহ ঢালাই লোহা দিয়ে তৈরি করা থাকে। মাফের অর্ধেকাংশ নিচের দিক থেকে এবং অন্য অর্ধাংশ উপর দিক থেকে একসাথে আটকানো হয়।



চিত্র ২.১৪: স্প্লিট মাফ কাপলিং

ফ্ল্যাঞ্জ কাপলিং (Flange Coupling)

ফ্ল্যাঞ্জ কাপলিং হল ঘূর্ণায়মান শ্যাফটের মধ্যে একটি ড্রাইভিং কাপলিং যা দু'টি ফ্ল্যাঞ্জনিয়ে গঠিত। এ কাপলিং এর প্রতিটি শ্যাফটের শেষে স্থাপিত ফ্ল্যাঞ্জসমূহ একসাথে কয়েকটি বোল্টের মাধ্যমে আটকানো হয়।



চিত্র ২.১৫: ফ্ল্যাঞ্জ কাপলিং

ডিস্ক কাপলিং (Disc Coupling)

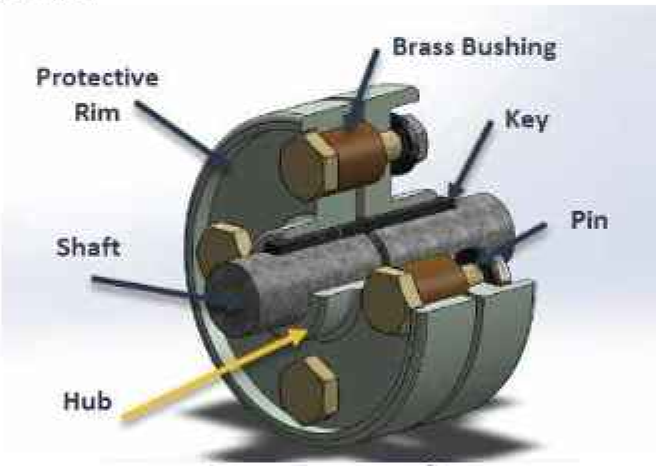
ডিস্ক কাপলিং হলো দু'টি শ্যাফটের যান্ত্রিক সংযোজন ব্যবস্থা। যেখানে চালক অংশের শক্তি চালিত অংশে যথাযথভাবে পরিবর্তন হয়। এ পদ্ধতিতে কয়েকটি পাতলা স্টেইনলেস স্টিলের ডিস্ক একত্রিত করার মাধ্যমে বোল্টের সাহায্যে টর্ক প্রেরণ করা হয়।



চিত্র ২.১৬: ডিস্ক কাপলিং

বুশ পিন-টাইপ কাপলিং (Bush Pin-Type Coupling)

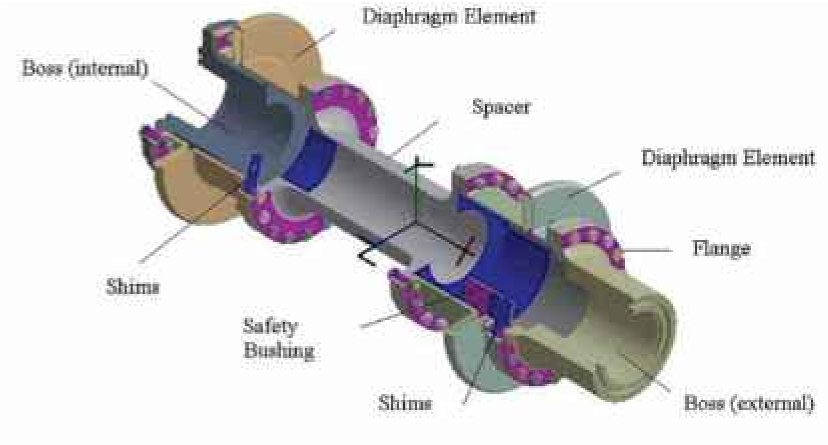
বুশ পিন-টাইপ কাপলিং মূলত ফ্ল্যাঞ্জ কাপলিং এর উন্নতরূপ। এ ধরনের কাপলিং ব্যবস্থায় বোল্টের পরিবর্তে রাবার বুশিং এর সাথে পিন ব্যবহৃত হয়। রাবার বুশিং কাপলিং সিস্টেম সহজতর করে এবং শক ও কম্পন শোষণ করতেও সাহায্য করে।



চিত্র ২.১৭: বুশড কাপলিং

ডায়াফ্রাম কাপলিং (Diaphragm Coupling)

ডায়াফ্রাম কাপলিংয়ে এক বা একাধিক ধাতব ঝিল্লি থাকে যা একটি ড্রাইভ ফ্ল্যাঞ্জের বাইরের ব্যাসে সংযুক্ত থাকে এবং ডায়াফ্রামের মাধ্যমে একটি ইনসাইড ডায়ামিটার অ্যাটাচমেন্টের সাহায্যে রেডিয়ালি টর্ক স্থানান্তর করে থাকে।



চিত্র ২.১৮: ডায়াফ্রাম কাপলিং

গ্রীড কাপলিং (Grid Couplings)

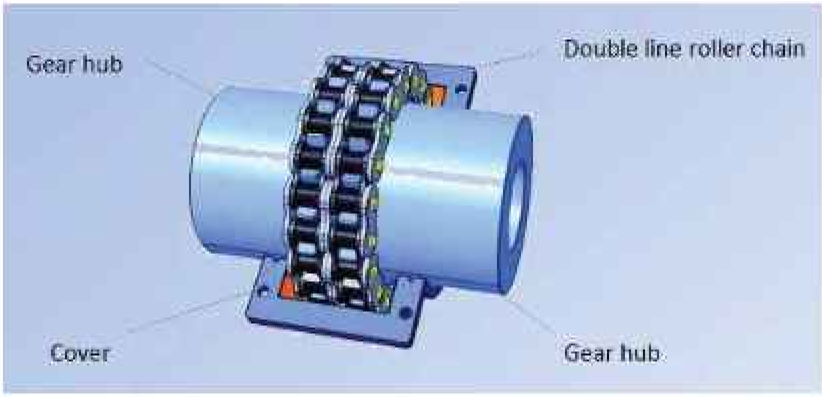
গ্রিড কাপলিং হল মাল্টি-পিস মেকানিক্যাল শ্যাফট কাপলিং যা যান্ত্রিক পাওয়ার ট্রান্সমিশন অ্যাসেম্বলিতে শ্যাফটের মধ্যে টর্ক এবং ঘূর্ণন ট্রান্সমিট করতে ব্যবহৃত হয়।। এক্ষেত্রে পরস্পর সংযুক্ত শ্যাফটসমূহের মধ্যে সংঘটিত প্রান্তিককরণ ও সামান্য তারতম্যের কারণে সৃষ্ঠ হালকা শক শোষণ করতে পারে।



চিত্র ২.১৯: গ্রীড কাপলিং

রোলার চেইন কাপলিং (Roller Chain Coupling)

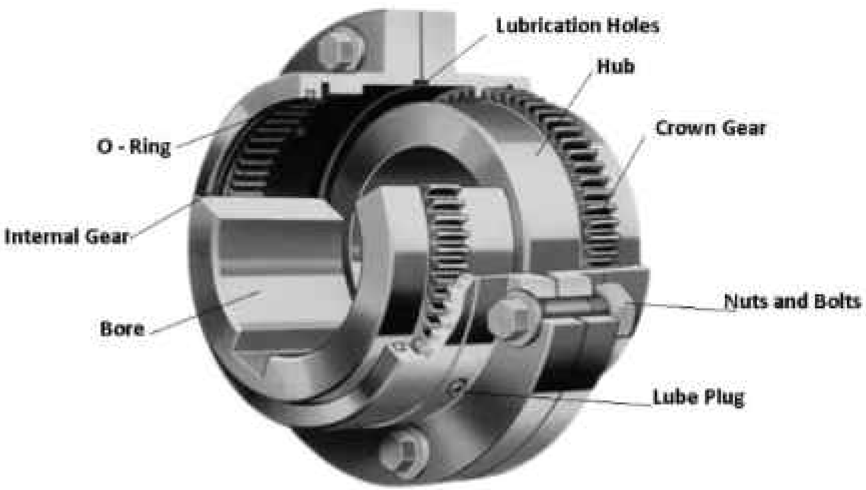
রোলার চেইন কাপলিং এমন এক ব্যবস্থা যাহা পরিবর্তিত স্প্রোকেটের সমন্বয়ে টি'স্ট্র্যান্ড রোলার চেইন এবং দু-হয়ে থাকে ছোট আকার থাকা সত্ত্বেও নকশাটি সহজ এবং অত্যন্ত কার্যকরী , এবং এটি একটি শক্তিশালী চেইন এবং বিশেষভাবে কাটা, শক্ত দাঁতের স্প্রোকেট দ্বারা গঠিত যা উচ্চ পরিমাণে টর্ক প্রেরণ করতে সাহায্য করে।



চিত্র ২.২০: রোলার চেইন কাপলিং

গিয়ার কাপলিং (Gear Coupling)

দুটি শ্যাফটের মধ্যে টর্ক প্রেরণ করার জন্য গিয়ার কাপলিং ডিজাইন করা হয় যা সমরেখায় থাকে না। এগুলোতে সাধারণত দুটি ফ্লেক্সিবল জয়েন্ট থাকে যা প্রতিটি শ্যাফট স্থির থাকে এবং তৃতীয় শ্যাফট দ্বারা সংযুক্ত থাকে।



চিত্র ২.২১: গিয়ার কাপলিং

টায়ার কাপলিং (Tyre Couplings)

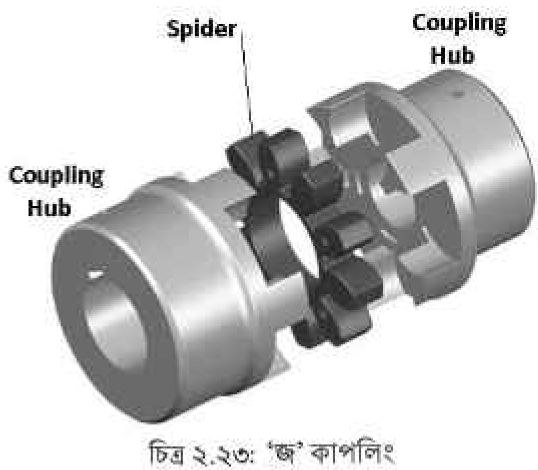
টায়ার কাপলিং হলো টরশোনালী নরম (Torsionally Soft) ও ফ্লেক্সিবল বডিসহ এক ধরনের শ্যাফট কাপলিং যা মিসএলাইনমেন্টের কারণে উদ্ভূত ত্রুটিসমূহ দূর করে ট্রান্সমিশন সিস্টেমের অন্যান্য অংশকে রক্ষা করে। টায়ার কাপলিংগুলো অত্যন্ত নমনীয় এবং টরসিয়াল ব্যাকল্যাশ মুক্ত। এর টরসিয়াল দৃঢ়তার কারণে বিশেষ কাপলিং ব্যবস্থার জন্য ব্যবহৃত হয়।



চিত্র ২.২২: টায়ার কাপলিং

'জ' কাপলিং (Jaw Couplings)

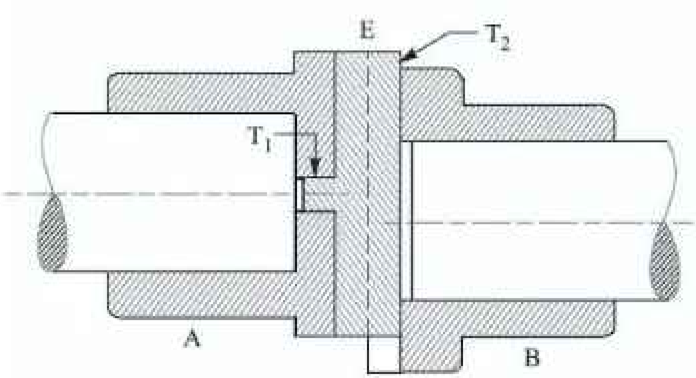
'জ' কাপলিং সাধারণ কাজে ব্যবহৃত এক ধরণের পাওয়ার ট্রান্সমিশন কাপলিং ব্যবস্থা যা গতি নিয়ন্ত্রণ (সার্ভো) অ্যাপ্লিকেশনগুলোতেও ব্যবহার করা হয়। এটি ড্যাম্পিং সিস্টেম (Damping System) এবং মিসএলাইনমেন্টকে সমন্বয় করে শ্যাফটে টর্ক প্রেরণের জন্য ব্যবহৃত হয়। এর 'জ' জোড়া তিনটি অংশ নিয়ে গঠিত: দুটি ধাতব হাব ও একটি ইলাস্টোমার, যাকে মাকড়সাও বলা হয়।



চিত্র ২.২৩: 'জ' কাপলিং

ওল্ডহেম কাপলিং (Oldham Coupling)

ওল্ডহেম কাপলিং হলো একটি তিনপিস অ্যাসেম্বলি যা দু'টি হালকা ওজনের অ্যালুমিনিয়াম বা ক্ষয় প্রতিরোধী স্টেইনলেস স্টিলের হাব এবং সেন্টার ডিস্ক নিয়ে গঠিত। যেখানে শ্যাফটদ্বয় একই অক্ষে অবস্থান করে না সেখানে ওল্ডহেম কাপলিং ব্যবহৃত হয়। হাবের টেননগুলো ডিস্কের স্লটের সাথে সামান্য প্রেসার ফিট করে, যা কাপলিংকে শূন্য ব্যাকল্যাশের সাথে কাজ করতে দেয়। ওল্ডহ্যাম কাপলিংগুলো সাধারণত সার্ভো চালিত সিস্টেমে ব্যবহৃত হয় যার জন্য সুনির্দিষ্ট গতি নিয়ন্ত্রণ এবং কম জড়তা সুষম নকশা প্রয়োজন।



চিত্র ২.২৪: ওল্ডহেম কাপলিং

ইউনিভার্সেল কাপলিং (Universal Coupling)

সর্বজনীন বা হুক কাপলিং দু'টি শ্যাফটকে সংযুক্ত করতে ব্যবহৃত হয় যার অক্ষগুলো একটি ছোট কোণে ছেদ করে। দুটি শ্যাফটের বাঁক ধ্রুবক হতে পারে, কিন্তু প্রকৃত অনুশীলনে, যখন ভরবেগ এক শ্যাফট থেকে অন্য খাদে স্থানান্তরিত হয় তখন এটি পরিবর্তিত হয়।



চিত্র২.২৫: ইউনিভার্সেল কাপলিং

বেলোস কাপলিং(Bellows Coupling)

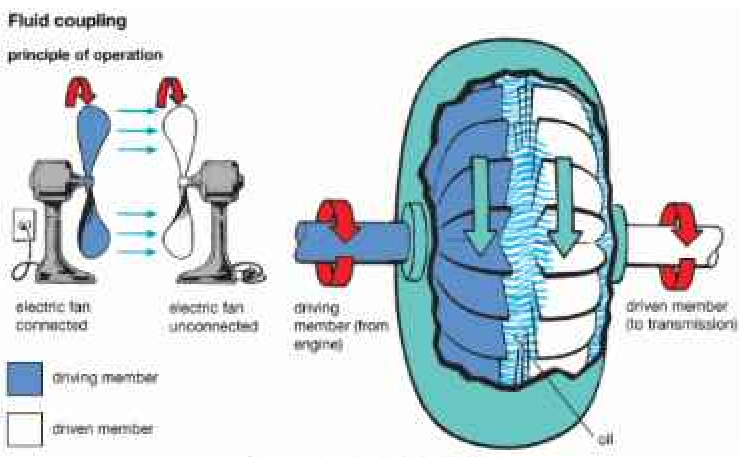
বেলোস কাপলিং একটি বিশেষ ধরনের কাপলিং ব্যবস্থা এর কারণ এতে ব্যতিক্রমী টর্সনাল দৃঢ়তার মাধ্যমে কৌণিক অবস্থান, সঠিক বেগ এবং টর্ক স্থানান্তর করে থাকে।



চিত্র ২.২৬: বেলোস কাপলিং

ফ্লুইড কাপলিং (Fluid Coupling)

ফ্লুইড কাপলিংকে হাইড্রোলিক কাপলিংও বলা হয়। এটি একটি তরল-গতিয় ডিভাইস যা তরল প্রবাহীর ত্বরণ ও মন্দণ এর মাধ্যমে ঘূর্ণন(যান্ত্রিক)শক্তি সরবরাহ করে। এর চালক শ্যাফট ইম্পেলার এবং চালিত শ্যাফট রানার হিসেবে গঠিত। ইম্পেলার অংশটি পাম্প হিসেবে এবং রানার অংশটি টারবাইন হিসেবে কাজ করে। ইম্পেলার অক্ষের নিকটে স্পর্শক অংশের তরলের গতি কম এবং ইম্পেলার অক্ষ থেকে পরিধির দিকে তরলের গতি সর্বাধিক থাকে। ইম্পেলার কর্তৃক এই বৃদ্ধি প্রাপ্ত গতিশক্তি রানার ব্লেডকে আঘাত করে শক্তি সরবরাহ করে। রানার থেকে প্রবাহী বের হওয়ার সময় গতি কমে যায়।



চিত্র ২.২৭: ফ্লুইড কাপলিং

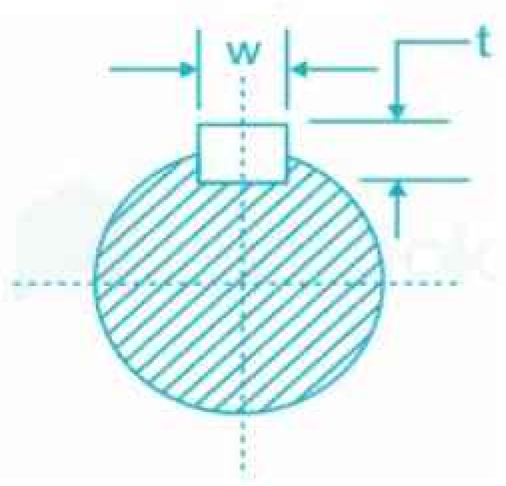
২০২৫

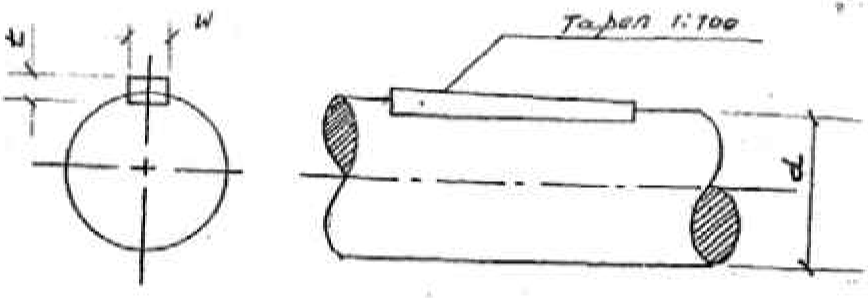
২.৩ চাবি বা কী তৈরিতে ব্যবহৃত ধাতুসমূহ

চাবি তৈরিতে অনেক ধরনের ধাতু ব্যবহার করা হয়। সাধারণত কার্বন, স্টিল,অ্যালুমিনিয়াম, পিতল,তামা,এছাড়াও শ্যাফট ও বিয়ারিং এর ধাতুর সাথে মিল রেখে বিভিন্ন গ্রেডের সংকর, ইস্পাত ব্যবহার করা হয়।

২.৩.১ চাবির লে-আউট ও পরিমাপ

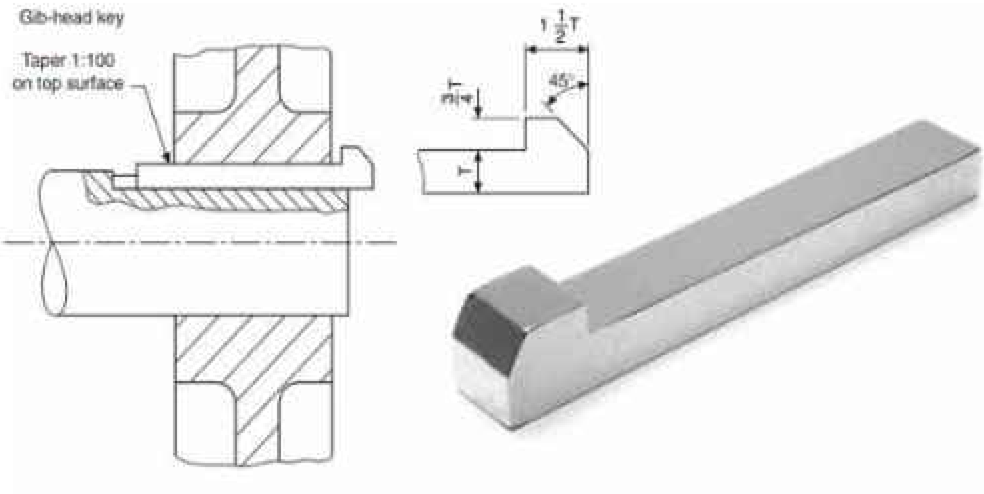
চাবি সাধারণত মাইল্ড স্টিলের টুকরা যা শ্যাফট ও হাবের মাঝে স্থাপন করা হয়। চাবি সবসময় শ্যাফটের অক্ষের সমান্তরালে বসানো থাকে। একটি আয়তাকার সাঙ্ক-কী এর লে-আউট ও পরিমাপ পদ্ধতি দেওয়া হলো।
কী এর প্রস্থ, $w = d/4$ চাবির পুরুত্ব, $t = 2w/3 = d/6$, এখানে d = শ্যাফট বা হাব এর গর্তের ব্যাস





চিত্র ২.২৮: সাঙ্ক কী এর পরিমাপ

গিব হেড সাঙ্ক-কী এটা একটি আয়তাকার সাঙ্ক কী যার এক প্রান্তে হেড অবস্থিত। এই হেডের কারণে শ্যাফট হতে কী বিচ্ছিন্ন করা সহজ হয়। একটি গিবহেড কী লে-আউট ও পরিমাপ পদ্ধতি দেওয়া হলো। কী এর প্রস্থ, $w = d/4$ বড় প্রান্তের পুরুত্ব, $T = 2w/3 = d/6$, এখানে d = শ্যাফট বা হাব এর গর্তের ব্যাস



চিত্র ২.২৯ : জিব হেড সাঙ্ক কী

২.৪ বিয়ারিং (Bearing)

প্রতিটি যান্ত্রিক সিস্টেমে বিভিন্ন মেশিন উপাদানের মধ্যে আপেক্ষিক গতি অর্ন্তভুক্ত। ঘর্ষণে শক্তি অপচয় ও স্পর্শক তলে ক্ষয়ের অবনতির কারণে আপেক্ষিক গতি বৃদ্ধি পায় । বিয়ারিং হল এমন ধরনের যন্ত্রাংশ যা এক যন্ত্রাংশ থেকে অন্য যন্ত্রাংশে লোড স্থানান্তরে ঘর্ষণ কমায় ফলে আপেক্ষিক গতি বৃদ্ধি পায় । উদাহরণস্বরূপ, একটি ট্রান্সমিশন শ্যাফট ও হাউজিং এর মধ্যে আপেক্ষিক গতি থাকে, যেখানে বিয়ারিংসমূহ শ্যাফটের সাপোর্ট পয়েন্ট হিসেবে কাজ করে। শ্যাফট ও হাউজিংএ লোড-স্থানান্তরের সময় এদের মধ্যে ঘর্ষণের কারণে বিদ্যুতের অপচয় কমাতে সাহায্য করে।

রোলিং এলিমেন্ট হিসাবে বিয়ারিং-কে প্রধানত দুটিভাগে ভাগ করা যেতে পারে। যেমন-

- বল বিয়ারিং এবং
- রোলার বিয়ারিং

২.৪.১ বল বিয়ারিং (Ball Bearing)

বল বিয়ারিং সর্বধিক ব্যবহৃত একটি সাধারণ বিয়ারিং যা দুটি ধাতব রিং এর মধ্যে বল আকারে অবস্থিত। এর ধাতব রিং-কে রেস বলে, একটি বাইরের রেস অন্যটি ভিতরের রেস। বলগুলোকে নির্দিস্ট অবস্থানে রাখতে যে ধাতব রিং বা আচ্ছাদন ব্যবহার করা হয় তাকে কেস বলে। বিয়ারিং ব্যবহারে শক্তির অপচয় কম হয়। ভিতরের রেসটি মুক্ত অবস্থায় ঘুড়ে এবং বাইরের রেসটি স্থির অবস্থায় থাকে। ভিতরের রেসটি শ্যাফট এর সঙ্গে

এবং বাইরের রেসটি মটরের সাথে লাগানো থাকে। বল বিয়ারিং কম বাধা প্রদানে, সহজে পরিবর্তনযোগ্য, কম দামে, অধিক লোড বহনে, দির্ঘায়ু ব্যবহারে সহায়তা প্রদান করে থাকে। এটি ঘুর্ণনে কম শব্দ হয়।
ব্যবহারের দিক বিবেচনায় বল বিয়ারিং কে নিম্নলিখিতভাবে ভাগ করা যায়-

ক) ডিপ-গ্রুভ বল বিয়ারিং
খ) সিঙ্গেল রো এঙ্গুলার কন্ট্যাক্ট বিয়ারিং
গ) সেলফ-এলাইনিং বিয়ারিং



চিত্র ২.৩০: ডিপ-গ্রুভ বল, সিঙ্গেল রো এঙ্গুলার কন্ট্যাক্ট এবং সেলফ-এলাইনিং বিয়ারিং

২.৪.২ রোলার বিয়ারিং (Roller Bearing)

রোলার বিয়ারিং বল বিয়ারিং এর মত কাজ করে থাকে তবে বল বিয়ারিং এর তুলনায় অধিক লোড বহন করতে পারে এবং অধিক আনুভূমিক লোডে অবস্থান করতে পারে। রোলার বিয়ারিং সিলিন্ড্রিক্যাল বা টেপার টাইপ হতে পারে।



চিত্র ২.৩১: রোলার বিয়ারিং

২.৪.৩ লিনিয়ার বা রৈখিক বিয়ারিং(Linear Bearing)

রৈখিক বিয়ারিং এ দুটি-রেসের মধ্যে বল বা ঘুর্ণায়মান উপাদান থাকে তবে এটি যেকোনো উপাদানকে রৈখিক গতি দিতে ব্যবহৃত হয়। লিনিয়ার বিয়ারিংয়ের সহজ উদাহরণ হল স্লাইডিং ডোর, আলমারির ড্রয়ার ইত্যাদি।



চিত্র ২.৩২: লিনিয়ার বিয়ারিং

২.৪.৪ জুয়েল বিয়ারিং (Jewel Bearing)

ঘড়ি ও মিটারে ব্যবহৃত খুব ছোট শ্যাফট থাকে সেখানে এটি ব্যবহার করা হয়। এ ধরণের বিয়ারিং আকারে খুব ছোট এবং অন্যান্য বিয়ারিংয়ের তুলনায় খুব সূক্ষ্ম কাজ করে। এগুলো বিশেষ উপকরণ থেকে তৈরি করা হয়।

২.৪.৫ প্লেইন বিয়ারিং (Plain Bearing)

এটি ভারবহনের সবচেয়ে বেশি উপকারী। এই বিয়ারিং একটি ভারবহন পৃষ্ঠ নিয়ে গঠিত এবং এতে কোনো ঘূর্ণায়মান উপাদান থাকে না। শ্যাফটি বিয়ারিং হোলের ভিতরে ঘুরতে থাকে এটি স্লাইডিং ঘর্ষণ প্রদান করে যা ঘূর্ণায়মান ঘর্ষণ থেকে বেশি হয়ে থাকে।



চিত্র ২.৩৩: প্লেইন বিয়ারিং

২.৪.৬ ফ্লুইড বিয়ারিং (Fluid Bearing)

এটি এমন এক ধরনের বিয়ারিং যা ধাতব বিয়ারিং এর প্রতিস্থাপন হিসেবে কাজ করে। এখানে ব্যবহৃত তরল দুই উপাদানের সংস্পর্শে আসে যা ঘর্ষণকে হ্রাস করে। তরল চাপের কারণে এর দুটি উপাদান সর্বদা আলাদা থাকে এবং পরস্পর সংস্পর্শে আসে না। এটি অন্য যেকোনো ধাতব বিয়ারিংয়ের তুলনায় খুব কম শব্দ এবং কম্পন সৃষ্টি করে।



চিত্র ২.৩৪: ফ্লুইড বিয়ারিং

২.৪.৭ মেগনেটিক বিয়ারিং (Magnetic Bearing)

এটি একটি খুব জনপ্রিয় বিয়ারিং কারণ ঘূর্ণায়মান উপাদানের গতির কোনো সীমা থাকে না। দুই ধরণের চৌম্বকীয় বিয়ারিং পাওয়া যায় একটি হল সক্রিয় বা অ্যাক্টিভ এবং অন্যটি প্যাসিভ। এতে শ্যাফট অবস্থানের বাইরে চলে যাওয়ার সাথে সাথে শ্যাফ্টকে কেন্দ্রে ফিরিয়ে নেওয়ার জন্য বৈদ্যুতিক চুম্বক ব্যবহার করে চালু করা হয়। প্যাসিভ টাইপে স্থায়ী চুম্বক ব্যবহার করা হয়।



চিত্র ২.৩৫: মেগনেটিক বিয়ারিং

২০২৫

২.৫ বিয়ারিং এর প্রয়োজনীয়তা

নিম্নলিখিত কারণে বিয়ারিং এর প্রয়োজনীয়তা গুরুত্বপূর্ণ :

ক) ঘর্ষণজনিত বাধাকে কমাতে সাহায্য করে।

খ) শ্যাফটকে একই অক্ষে নিয়ন্ত্রণ করে ঘুরতে সহায়তা করে।

গ) শ্যাফটকে ধারণ করে থাকে।

ঘ) যেকোনো প্রকার ভার ও ঘর্ষণের ক্ষেত্রে উপযোগী হয়।

ঙ) শ্যাফটের কোনোরূপ ক্ষতির আশংকা থাকে না।

২.৬ বিয়ারিং এ ব্যবহৃত লুব্রিক্যান্টস

বিয়ারিং-এ ব্যবহৃত লুব্রিক্যান্টসমূহ নিম্নে প্রদত্ত হলো

ক) তেল খ) গ্রিজ গ) এয়ার/ গ্যাস

২.৭ বিয়ারিং-এর যত্ন ও রক্ষণাবেক্ষণ

ক) কাজ শেষে এটাতে প্রয়োজন মতো তেল জাতীয় পদার্থ দিয়ে সংরক্ষণ করতে হবে যাতে মরিচা না পড়ে।

খ) বিয়ারিং এর উপর বেশি চাপ না পড়ে সে দিকে লক্ষ্য রাখতে হবে। হাউজিং এ বিয়ারিং ক্যাপ শক্তভাবে ফিট থাকতে হবে।

গ) যে সকল মেশিনে বিভিন্ন প্রকার রিয়ারিং ফিট করা থাকে, মেশিন চালনা করার পূর্বে ঐ বিয়ারিংগুলোতে গ্রীজ বা তেল জাতীয় দ্রব্য দিয়ে কাজ করতে হবে।

ঘ) মেশিনে কাজ করার সময় লক্ষ্য রাখতে হবে যাতে ঘর্ষণ বিয়ারিংগুলোর তাপমাত্রা ৬০ সেন্টিগ্রেড থেকে ৭০° সেন্টিগ্রেডের বেশি না হয়।

ঙ) বিয়ারিং ক্লিয়ারেন্স চেক করে দেখতে হবে।

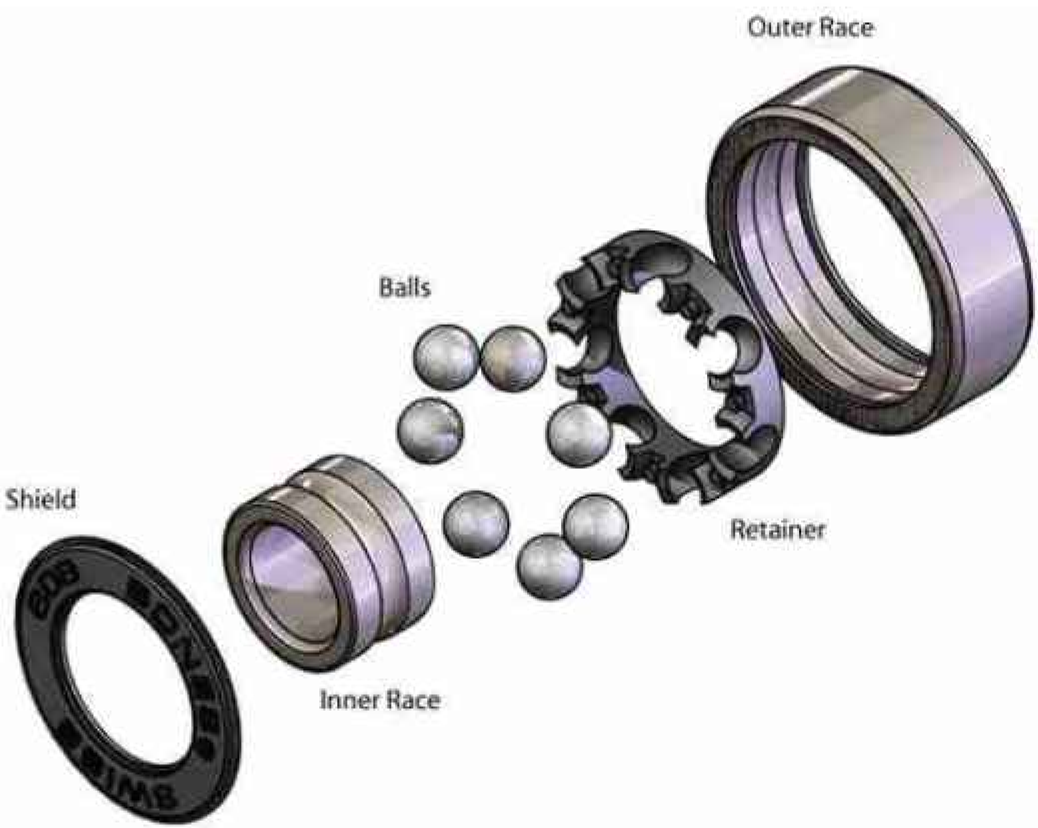
চ) লুব অয়েলের প্রকৃত ভিসকোসিটি রাখা বাঞ্ছনীয়।

ব্যাবহারিক অংশ

জব ১ : বিয়ারিং খোলা এবং লাগানোর দক্ষতা অর্জন।

পারদর্শিকতা মানদন্ড

১. বিয়ারিং শনাক্ত করতে পারবে;
২. বিয়ারিং এর টুল শনাক্ত করতে পারবে;
৩. বিয়ারিং শ্যাফটের মধ্যে লাগাতে পারবে;
৪. শ্যাফটে বিয়ারিং সংযোজন ও বিয়োজন করতে পারবে;
৫. কাজের শেষে সকল মালামালসমূহ নির্দিষ্ট স্থানে সংরক্ষণ এবং পরিষ্কার পরিচ্ছন্ন করতে পারবে।



চিত্র ২.৩৬: একটি বল বিয়ারিং এর ধারাবাহিক বিন্যাস

ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম

ক্রমিক নং	সুরক্ষা সরঞ্জামের নাম	সংক্ষিপ্ত বিবরণ	পরিমাণ
১	সেফটি স্যু	মানসম্মত	১ জোড়া
২	গগলস	মানসম্মত	১টি
৩	হ্যান্ড গ্লাভস	মানসম্মত	১ সেট
৪	অ্যাপ্রন	সাইজ অনুযায়ী	১টি
৫	মাস্ক	সাইজ অনুযায়ী	১টি

প্রয়োজনীয় টুলস, ইকুইপমেন্ট ও যন্ত্রপাতি

ক্রমিক নং	যন্ত্রপাতির নাম	সংক্ষিপ্ত বিবরণ	পরিমাণ
১	ফ্লাট স্ক্রু ড্রাইভার	৬ ইঞ্চি	১টি
২	ফিলিপস স্ক্রু ড্রাইভার	৬ ইঞ্চি	১টি
৩	বল পিন হ্যামার	৮ ইঞ্চি	১টি
৪	রাবারের হ্যামার	৮ ইঞ্চি	১টি

মালামাল

ক্রমিক নং	মালামালের নাম	সংক্ষিপ্ত বিবরণ	পরিমাণ
১	ডাস্টার ক্লথ	সুতি কাপড়ের	পরিমানমত
২	বিয়ারিং	মানসম্মত	১ সেট
৩	লুব ওয়েল	এস এ ই ৩০	অর্ধ লিটার
৪	মরিচা প্রতিরোধক স্প্রে	স্প্রে কন্টেইনার	১টি
৫	কিছু বলসহ বোতল	পরিবর্তন যোগ্য বল	১২টি বলসহ বোতল
৬	ফ্লোর পরিষ্কারক পদার্থ (তরল)	পরিষ্কারক পদার্থ	১টি
৭	সাবান মিশ্রিত গরম পানি	গরম পানি এবং সাবান	পরিমাণমত

কাজের ধারা

১. তালিকা অনুযায়ী যন্ত্রপাতি, ইকুইপমেন্ট ও মালামাল সংগ্রহ করো।
২. ব্যক্তিগত নিরাপত্তা সরঞ্জাম সংগ্রহ ও পরিধান করো।
৩. প্রথমে হুইল বা শ্যাফট হতে সকল বিয়ারিং খোলো।
৪. বিয়ারিং এর উপরে অংশে বসানো প্লাস্টিক কভারটি খোলো।
৫. বিয়ারিং খুলার সময়ে বল বিয়ারিং এবং কেস এর মধ্যে ছোট স্ক্রু ড্রাইভার প্রবেশ করে হালকা ভাবে উপরের দিকে চাপ দাও।
৬. রাবার সিলকে খুব সহজে স্ক্রু ড্রাইভার দিয়ে বের করে আনো।

৭. ইনার সার্কেল হতে বল বের করে ক্লোর পরিষ্কারক পদার্থের বোতলে বলগুলো রাখো;
৮. বোতলের মুখ লাগিয়ে ঝাঁকি দাও এবং দেখতে হবে বলের পৃষ্ঠদেশে কোনো দাগ পড়েছে কি না; যদি দাগ থাকে তবে পরিবর্তন করো;
৯. সিলগুলো সাবান যুক্ত গরম পানিতে পরিষ্কার করো;
১০. তারপর সিল এবং বলগুলোকে পরিষ্কার কাপড় দিয়ে মুছে শুষ্ক করো;
১১. পরবর্তীতে উক্ত সিল এবং বলগুলোকে WD40 স্প্রে দিয়ে ভালভাবে স্প্রে করো যাতে মরিচা না ধরে;
১২. এরপর ছবি অনুযায়ী পিছন দিক হতে এক এক করে পার্টস সংযোজন করো।

সতর্কতাসমূহ

- কাজ করার সময় অব্যশই পিপিই পরিধান করতে হবে;
- সঠিকভাবে টুলসের ব্যবহার নিশ্চিত হতে হবে;
- কাজের সময় অমনোযোগী হওয়া যাবে না;
- যদি একাকি বোঝতে সমস্যা হয় তবে শিক্ষক এর সহায়তা নিতে হবে;
- শিক্ষক এর অনুমতি ছাড়া অন্য কোনো কাজ করা যাবে না।

অর্জিত দক্ষতা

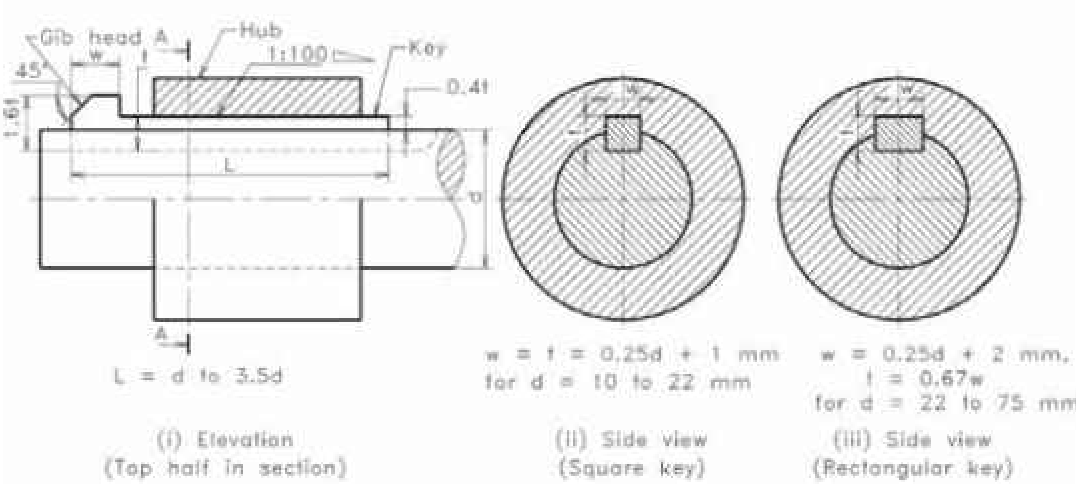
বল বিয়ারিং খুলতে এবং সংযোজন করতে পারবে।

মতামত

এ জাতীয় কাজ এবং অন্যান্য বল বিয়ারিং খোলা সহ সংযোজন করতে পারবে।

জব ২: এমএস বার দ্বারা জিব (Gib) হেড সাঙ্ক কী তৈরি করার দক্ষতা অর্জন।

পারদর্শিকতা মানদণ্ড:
১. কী তৈরির ওয়ার্কপিস সংগ্রহ করতে পারবে;
২. প্রয়োজনীয় টুলস ও ইন্সট্রুমেন্ট সংগ্রহ করতে পারবে;
৩. ওয়ার্কপিসে প্রয়োজনীয় লে-আউট ও মার্কিং সম্পন্ন করতে পারবে;
৪. ওয়ার্কপিসে প্রয়োজনীয় বেঞ্চ ওয়ার্ক কার্যাদি সম্পন্ন করতে পারবে;
৫. পরিমাপ পরীক্ষা করতে পারব;
৬. কাজের শেষে সকল মালামালসমূহ নির্দিস্ট স্থানে সংরক্ষণ এবং পরিষ্কার পরিচ্ছন্ন করতে পারবে;



চিত্র ২.৩৭: জিব (Gib) হেড সাঙ্ক চাবির বিভিন্ন অংশের পরিমাপ

ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম

ক্রমিক নং	সুরক্ষা সরঞ্জামের নাম	সংক্ষিপ্ত বিবরণ	পরিমান
১	সেফটি স্যু	মানসম্মত	১ জোড়া
২	গগলস	মানসম্মত	১টি
৩	হ্যান্ড গ্লাভস	মানসম্মত	১ সেট
৪	অ্যাপ্রন	সাইজ অনুযায়ী	১টি
৫	মাস্ক	সাইজ অনুযায়ী	১টি

প্রয়োজনীয় টুলস, ইকুইপমেন্ট ও যন্ত্রপাতি

ক্রমিক নং	যন্ত্রপাতির নাম	সংক্ষিপ্ত বিবরণ	পরিমাণ
১	ফ্ল্যাট স্ক্রু ড্রাইভার	৬ ইঞ্চি	১টি
২	ফিলিপস স্ক্রু ড্রাইভার	৬ ইঞ্চি	১টি
৩	হ্যামার	১.৫ পাউন্ড	১টি
৪	ফ্ল্যাট ফাইল	১০ ইঞ্চি	১টি
৫	স্টিল স্কেল	১২ ইঞ্চি	১টি
৬	মার্কিং স্ক্র্যাপার	মানসম্মত	১টি
৭	ট্রাইঅ্যাঙ্গুলার স্কেল	৬ ইঞ্চি	১টি
৮	টেবিল ভাইস	মানসম্মত	১ সেট
৯	শেপার মেশিন	মানসম্মত	১ সেট
১০	গ্রাইন্ডিং মেশিন	মানসম্মত	১ সেট

মালামাল

ক্রমিক নং	মালামালের নাম	সংক্ষিপ্ত বিবরণ	পরিমাণ
১	ডাস্টার ক্লথ	সুতি কাপড়ের	পরিমানমত
২	লুব ওয়েল	এস এ ই ৩০	অর্ধলিটার বোতল
৩	এমএস বার	প্রয়োজন অনুযায়ী	১টি
৪	ক্লিনিং ব্রাস	মানসম্মত	১টি
৫	তরল ফ্লোর পরিষ্কারক পদার্থ	পরিষ্কারক পদার্থ	১টি

কাজের ধারা

১. তালিকা অনুযায়ী যন্ত্রপাতি, ইকুইপমেন্ট ও মালামাল সংগ্রহ করা;
২. ব্যক্তিগত নিরাপত্তা সরঞ্জাম সংগ্রহ ও পরিধান করা;
৩. গোলাকার শ্যাফটের দুই ধরনের সাঙ্ক কী একটি স্কয়্যার এবং অপরটি আয়তাকার চিহ্নিতকরণ;

৪. একটি আয়তাকার জিব কী কিভাবে তৈরি করা হবে তা বর্ণনা করো;
৫. এমএস বার নিয়ে চিত্রানুযায়ী w, t, d এবং L এর পরিমাপ অনুযায়ী দাগ দাও;
৬. পরিমাপের বাইরের অংশ শ্যাপার মেশিন, গ্রাইন্ডার মেশিন, ফাইল ব্যবহার করে অতিরিক্ত ধাতু কর্তন করো;
৭. এমএস বারটি চিত্রানুযায়ী আকৃতি প্রদান করার জন্য টেবিল ভাইসে আটকে ফাইল দিয়ে ঘষে ট্যাপার করো;
৮. এবার চাবিটি হাব এবং শ্যাফটের মাঝে প্রবেশ করিয়ে ফিট করো।

৯. অসামঞ্জস্য থাকলে তা ফাইল দিয়ে ঘষে সঠিক অবস্থানে এনে পুনরায় নির্দিস্ট স্থানে বসাও।

১০. এভাবে চাবি তৈরি প্রক্রিয়া শেষ করো।

সতর্কতাসমূহ

- কাজ করার সময় অব্যশই পিপিই পরিধান করতে হবে।
- সঠিকভাবে টুলসের ব্যবহার নিশ্চিত হতে হবে।
- কাজের সময় অমনোযোগী হওয়া যাবে না।
- যদি বোঝতে সমস্যা হয় তবে শিক্ষক এর সহায়তা নিতে হবে।
- শিক্ষক এর অনুমতি ছাড়া অন্য কোনো কাজ করা যাবে না।

অর্জিত দক্ষতা

একটি জিব হেড সাঙ্ক কী তৈরির সক্ষমতা অর্জন করতে পারব।

মতামত

এজাতীয় কাজ বিশেষ করে জিব হেডেড শাঙ্ক কী তৈরির সক্ষমতা অর্জন করবে।

অনুশীলনী-২

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. কাপলিং বলতে কি বোঝায়?

২. হাব বলতে কি বোঝায়?

৩. পুলির তুলনায় গিয়ারে অধিকতর শক্তি সরবরাহ হয় কেন?

৪. কী (Key) বা চাবি বলতে কি বোঝায়?

৫. বিয়ারিং কত প্রকার ও কি কি?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. কী বা চাবি ব্যবহারের উদ্দেশ্য লেখ।

২. বিভিন্ন প্রকার সাঙ্ক কী-এর চিত্রসহ ব্যবহার লিখ।

৩. বিয়ারিং ব্যবহারের সুবিধা কী কী?

রচনামূলক প্রশ্ন

১. চাবি কত প্রকার ও কি কি? প্রত্যেক প্রকারের বর্ণনা দাও।

২. বিভিন্ন প্রকার কাপলিং এর চিত্রসহ বর্ণনা করো।

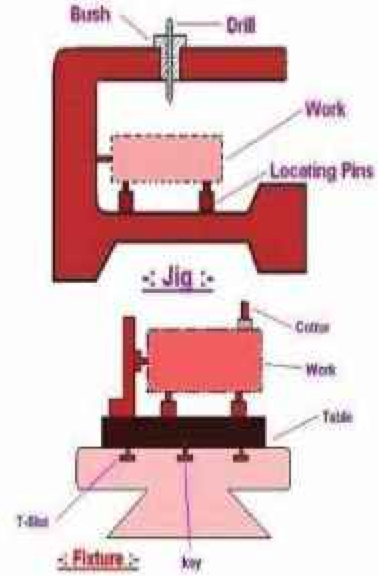
তৃতীয় অধ্যায়

জিগ ও ফিক্সচার সেটিং

Jig and Fixture Setting



Jigs and Fixtures



যদি তুমি একটি আয়তাকার প্লেট এর মাঝে পিন রেখে প্লেটটি বসাও, দেখবে প্লেটটি ডানে-বামে বা সামনে-পিছনে নড়া-চড়া করতে পারে। এখন এ প্লেটটির নীচে তিনটি অবস্থানে পিন বসাও দেখবে প্লেটটি আড়া-আড়ি নড়া-চড়া করতে পারে। আবার প্লেটটির আড়া-আড়ি পাশে আরও দুটি এবং লম্বা-লম্বি পাশে একটি সাপোর্ট বসাও, দেখবে প্লেটটি আর কোনো পাশে নড়া-চড়া করতে পারছে না। অর্থাৎ প্লেটটিকে সঠিক অবস্থানে রেখে সূক্ষভাবে মেশিন অপারেশন করার জন্য যে ব্যবস্থা নেওয়া হয় সেটাই জিগ এবং ফিক্সচার সেটিং। যেখানে অনেকগুলো একই কাজ একই মেশিন অপারেশন মাধ্যমে করা হয় সেখানে জিগ এবং ফিক্সচার ব্যবহার করা হয়। কাজের সুবিধার্থে সহজ সজ্জায়ন এবং ইউনিট খরচ কম হওয়ার উপর নির্ভর করে সফলভাবে যেকোনো মাস যা ব্যাপক উৎপাদন করা সম্ভব। সহজ ও দ্রুত উৎপাদন এবং বস্তুর অবস্থানের উপর নির্ভর করে সঠিকভাবে অনেক মেশিন পরিচালনা করা হয়। জিগ ও ফিক্সচার হচ্ছে একটি উৎপাদন সরঞ্জাম যা ডুপ্লিকেট এবং বিনিময়যোগ্য উৎপাদন অংশ হিসাবে ব্যবহার করা হয়। অধিক সংখ্যক উৎপাদন এবং একইভাবে একত্রে বিনিময়যোগ্য উৎপাদন নিশ্চিত করতে জিগ ও ফিক্সচার ডিজাইন করা হয়। বিনিময়যোগ্য বলতে সঠিক ও সহনশীলতার মধ্যে এগুলো একত্রে ফিট করতে এবং এলোমেলো সমাবেশের জন্য উপাদান নির্বাচনে সামর্থতা বুঝায়।

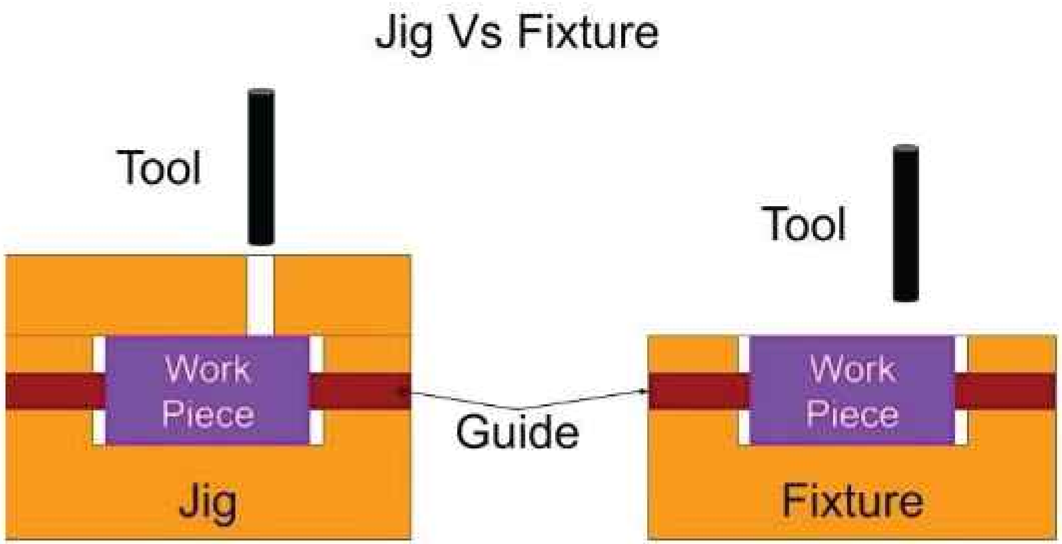
এই অধ্যায় শেষে আমরা

- জিগ ও ফিক্সচার নির্বাচন করতে পারব;
- প্রয়োজনীয় জিগ ও ফিক্সচার সংগ্রহ করতে পারব;
- জিগ ও ফিক্সচার ফিট করতে পারব;
- কাজ শেষে ওয়ার্কশপ পরিষ্কার-পরিচ্ছন্ন ও মালামাল সংরক্ষণ করতে পারব;

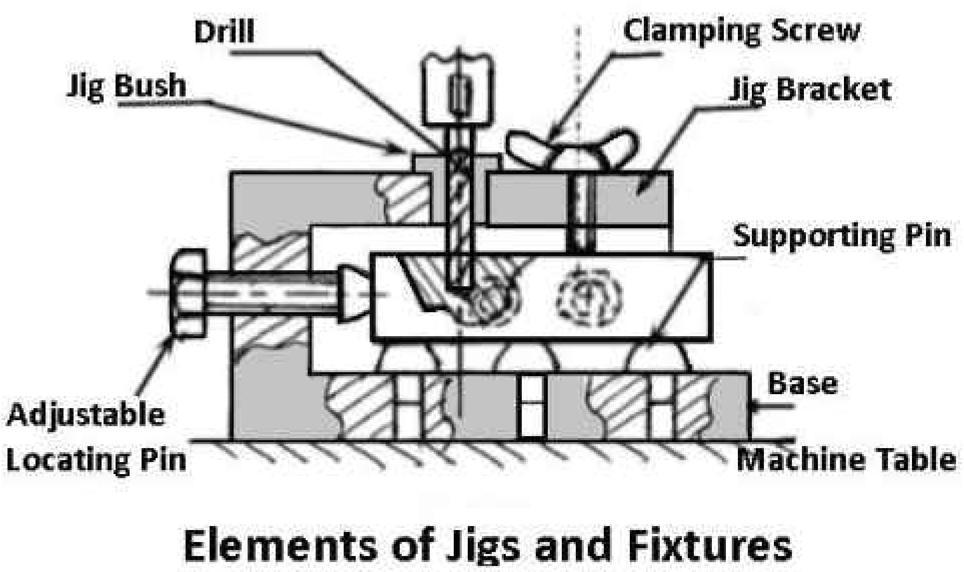
উল্লেখিত শিখনফলগুলো অর্জনের লক্ষ্যে এই অধ্যায়ে আমরা দু'টি জব সম্পন্ন করব। এই জবের মাধ্যমে একজন শিক্ষার্থী জিগ ফিক্সচার এগুলোর ব্যবহার, সুবিধা-অসুবিধা এবং সতর্কতা সম্পর্কিত জ্ঞান ও দক্ষতা অর্জন করতে পারবে। অধিক উৎপাদনে জিগ ফিক্সার ব্যবহার করে উৎপাদনশীলতা বৃদ্ধি করা হয়।

৩.১ জিগ ও ফিক্সচার

জিগ নির্দিষ্ট কাজ যেমন ড্রিলিং, রিমিং বা ট্যাপিং পরিচালনায় একটি বিশেষ টুল যা কার্যবস্তুকে ধরে রাখে এবং বিশেষ করে টুলকে গাইড করার জন্য ব্যবহৃত হয়। এটি একটি ওয়ার্ক-হোল্ডিং ডিভাইস যা এক বা একাধিক টুলকে নির্দিষ্ট কোনো অপারেশনের জন্য ওয়ার্কপিসকে ধরে রাখা (Holds), সাপোর্ট (Supports) দেয়া এবং ওয়ার্কপিসকে চিহ্নিত করতে সাহায্য করে। মেশিনিং অপারেশনে কাটিং টুলকে গাইড করার জন্য জিগ সাধারণত হার্ডেন স্টিল বুশের সাথে সাথে ফিট করা থাকে। জিগ অন্যান্য টুলের অবস্থান এবং গতি নিয়ন্ত্রণ করতে ব্যবহৃত টুল। কোনো প্রোডাক্ট তৈরিতে মেশিন অপারেশনের পুনরাবৃত্তি (Repeatability), নির্ভুলতার (Accuracy) সাথে জিগ ব্যবহার করা যায়। এছাড়া যেকোনো মেশিনে সহনশীলতার সাথে এর যেকোনো অংশ সঠিকভাবে কাজ করে থাকে। যেমন- কোনো একটি কী-কে ডুপ্লিকেট করার প্রয়োজন হলে আসল কী-কে একটি জিগ হিসাবে ব্যবহার করে তা তৈরি করা যায়। ফিক্সচার নির্দিষ্ট অপারেশন করার জন্য কাটিং টুলকে গাইড করে না। এছাড়া ফিক্সচার এমন নির্দিষ্ট ধরনের টুলস যা দিয়ে মিলিং, গ্রাইন্ডিং, প্ল্যানিং বা বাঁকানো অপারেশনসমূহ সম্পন্ন করা যায়। ফিক্সচার কেবলমাত্র কাজের হোল্ডিং ডিভাইস যা যেকোনো অপারেশন করার জন্য ওয়ার্কপিসটিকে পছন্দসই অবস্থানে ধরে রাখতে, সাপোর্ট দিতে ব্যবহৃত হয়। যেমন- ভাইস (Visc), চাক (Chuck) ইত্যাদি।



চিত্র ৩.১: জিগ ও ফিক্সচার



চিত্র ৩.২: জিগ ও ফিক্সচার এর অংশসমূহ

জিগ ও ফিকচারের অংশসমূহ (Elements of Jigs and Fixtures):

জিগ ও ফিক্সচারের বিভিন্ন অংশ যেমন-

১। বডি (Body) : জিগ বডি সাধারণত ঢালাই প্রক্রিয়ার মাধ্যমে কস্ট আয়রন দিয়ে তৈরি করা হয়। এছাড়া হালকা ইস্পাতের বিভিন্ন স্ল্যাব ও বার একত্রে ঢালাই করে তৈরি করা হয়।

২। লোকেটিং ডিভাইস (Locating devices) : বিভিন্ন ডিজাইনের পিন এবং শক্ত ইস্পাত দিয়ে তৈরি সাধারণ লোকেটিং ডিভাইস যা জিগ বা ফিক্সচারে জব বা কার্যবস্তুকে লোকেট (Locate) করতে ব্যবহৃত হয়। জিগ বা ফিক্সচারের বডিতে পিনসমূহ প্রেস ফিটেড হয়ে থাকে।

৩। ক্লাম্পিং ডিভাইস (Clamping devices) : যদি কার্যবস্তুকে লোকেটিং ডিভাইস দ্বারা স্থিতি করা না যায়, তাহলে জিগ বা ফিক্সচারের বডিতে ক্লাম্পিং ডিভাইসের সাহায্যে ওয়ার্কপিসকে আটকানো প্রয়োজন হয়। ক্ল্যাম্পিং ডিভাইস হিসাবে সাধারণত ভাইস ব্যবহার করা হয়।

৪। টুল গাইড (Tool guide) ও জিগ বুশিং (Jigs Bushing) : নির্দিষ্ট মেশিনিং অপারেশনে কখনও কখনও কাটিং টুলের দৃঢ়তা মেশিনিং অপারেশনেজন্য যথেষ্ট নাও হতে পারে। তখন কাজের ধরন অনুসারে টুলকে গাইড করতে জিগস বুশিং ও টেমপ্লেট ব্যবহার করা হয়।

৩.২ জিগ ও ফিকচারের শ্রেণিবিভাগ

জিগ কাজের ধরণের উপর নির্ভর করে আটটি ভিন্ন ধরনের জিগ নিচে দেওয়া হল।

১. টেমপ্লেট জিগ (Template Jig)

২. প্লেট জিগ (Plate Jig)

৩. চ্যানেল জিগ (Channel Jig)

৪. ডায়মিটার জিগ (Diameter Jig)

৫. লিফ জিগ (Leaf Jig)

৬. রিং জিগ (Ring Jig)

৭. বক্স জিগ (Box Jig)

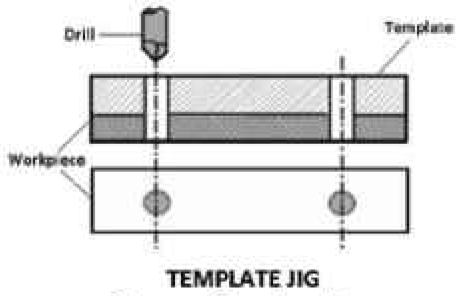
৮. ইনডেক্সিং জিগ (Indexing Jig)

৩.৩ জিগ ও ফিকচার এর ব্যবহার

জিগ হচ্ছে নির্দিষ্ট কাজ যেমন ড্রিলিং, রিমিং বা ট্যাপিং পরিচালনায় একটি বিশেষ টুল যা জিগগুলো কার্যবস্তুকে ধরে রাখে এবং বিশেষ করে টুলকে গাইড করার জন্য ব্যবহৃত হয়।
ফিক্সচার হচ্ছে নির্দিষ্ট টুল নির্দিষ্ট কাজ যেমন মিলিং, গ্রাইন্ডিং, প্ল্যানিং বা বাঁকানোর অপারেশনগুলি সম্পন্ন করার জন্য ব্যবহৃত হয়।

৩.৩.১ টেমপ্লেট জিগ

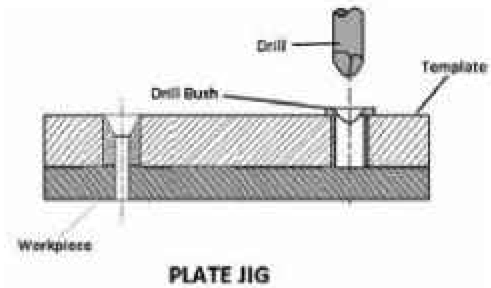
টেমপ্লেট জিগ এক ধরনের প্লেট যেখানে সহজে পছন্দসই অবস্থানে গর্তে ড্রিল করার জন্য ওয়ার্কপিস এর উপর স্থির রাখা হয়। টেমপ্লেটে ড্রিল বিটকে এই গর্তের মাধ্যমে পরিচালিত করা হয় এবং প্রয়োজনীয় গর্তগুলি একই আপেক্ষিক অবস্থানে রেখে ওয়ার্কপিসে ড্রিল করা হয়। চিত্রে একটি টেমপ্লেট জিগ দেখানো হয়েছে।



চিত্র ৩.৩: জিগ টেমপ্লেট

৩.৩.২ প্লেট জিগ

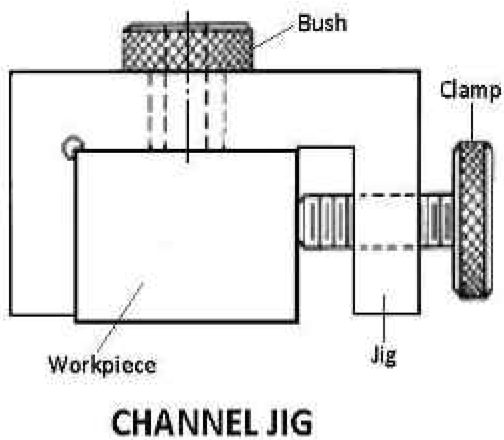
প্লেট জিগ হল টেমপ্লেট জিগের একটি উন্নত অবস্থা যা টেমপ্লেটে ড্রিল বুশগুলিকে অন্তর্ভুক্ত করে। প্লেট জিগ ড্রিল বিট এবং ড্রিল বুশ একে অপরের সাথে সঠিক ব্যবধান বজায় রেখে বড় অংশের গর্ত ড্রিল করার জন্য নিযুক্ত করা হয়। চিত্রে প্লেট জিগ দেখানো হয়েছে।



চিত্র ৩.৪: প্লেট জিগ

৩.৩.৩ চ্যানেল জিগ

ওয়ার্কপিসটি চ্যানেলের মধ্যে বসায়ে ক্লাম্প নবকে ঘুরিয়ে ওয়ার্কপিচ শক্ত করে আটকানো হয়। যেদিকে ড্রিল বুশ লাগানো থাকে সেদিক দিয়ে ড্রিল বিট প্রবেশ করে ওয়ার্কপিচকে ড্রিল করতে হয়। এ পদ্ধতির মাধ্যমে জবকে আটকায়ে নির্ভুলভাবে ড্রিল করাকে চ্যানেল জিগ বলে। চিত্রে চ্যানেল জিগের মাধ্যমে জবের অবস্থান দেখানো হল।

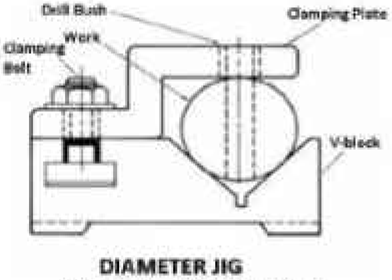


চিত্র ৩.৫: চ্যানেল জিগ

২০২৫

৩.৩.৪ ডায়মিটার ব্যাস জিগ

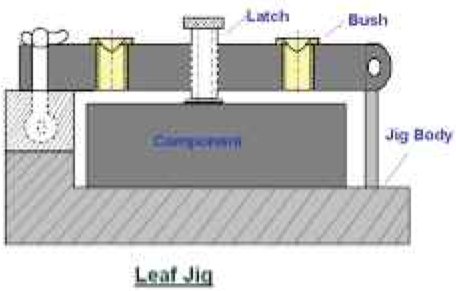
ব্যাস জিগ বা ডায়মিটার জিগ এর মাধ্যমে ওয়ার্কপিসের রেডিয়াল ড্রিল করার জন্য ব্যবহৃত হয়। এ ধরনের জিগে একটি ভি-ব্লক ও একটি ক্লাম্পিং প্লেট ব্যবহার করা হয়। ক্লাম্পিং প্লেটকে ভি-ব্লকের মাঝে জব রেখে ক্লাম্পিং বোল্ট দিয়ে আটকায়ে দিতে হয়। এ অবস্থায় ড্রিল বুশের মধ্যে ড্রিল বিট প্রবেশ করায়ে ড্রিল কার্য সম্পাদন করা হয়। চিত্রে ব্যাস জিগ এর কার্যবস্তুর অবস্থান দেখানো হয়েছে।



চিত্র ৩.৬: ডায়মিটার জিগ

৩.৩.৫ লিফ জিগ

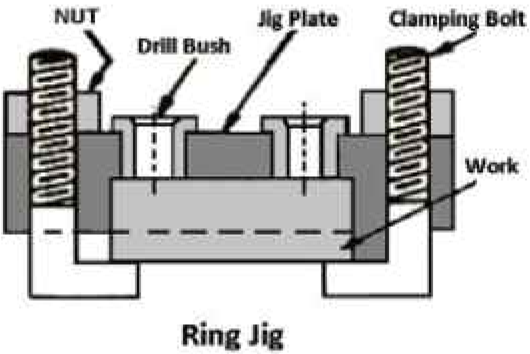
চিত্রে লিফ জিগ দেখানো হয়েছে। এই ধরনের জিগে একটি প্লেট থাকে যার এক প্রান্ত কজা দ্বারা এবং অপর প্রান্ত উয়িং নাট-বোল্ট দিয়ে লাগানো থাকে। এখানে কার্যবস্তুকে সহজে লোড বা আনলোড করার জন্য লিফ জিগ ব্যবহার করা হয়। ল্যাচ অ্যাটাচমেন্ট এর মাধ্যমে কার্যবস্তুকে আটকানো হয় ফলে জবটি নড়া-চড়া না করতে পারে। এখন পাতার অংশে ড্রিল বুশের মাধ্যমে ড্রিল বিটকে প্রবেশ করায়ে ড্রিল করা হয়।



চিত্র ৩.৭: লিফ জিগ

৩.৩.৬ রিং জিগ

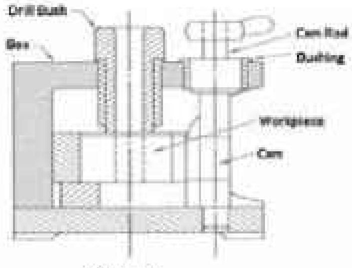
পাশের চিত্রে রিং জিগ দেখানো হয়েছে। এটি বৃত্তাকার ফ্ল্যাঞ্জ অংশ এর উপর ড্রিল করা হয়। এ পদ্ধতিতে দুটি ক্লাম্পিংবোল্ট এর উপর ফ্লাঞ্জকে রেখে বুশসহ জিগ প্লেট নাট দিয়ে আটকাতে হয়। এরপর ড্রিল বুশের মাধ্যমে ড্রিল বিট প্রবেশ করিয়ে ড্রিল কার্য সম্পাদন করা হয়।



চিত্র ৩.৮: রিং জিগ

৩.৩.৭ বক্স জিগ

পাশের চিত্রে বক্স জিগ দেখাণো করা হয়েছে। এটি বাক্সের মতো যার মধ্যে কার্যবস্তুটি শক্তভাবে আটকানো হয়। বিশেষত এক সেটিং-এ একাধিক অপারেশন সম্পন্ন করে যেকোনো কোণে অনেকগুলো ছিদ্র বা হোল কাজ করা হয়। কার্যবস্তুর ধরনের উপর নির্ভর করে বক্স ডিজাইন করা হয়। এ ধরনের জিগ কম্পোনেন্টটির বিভিন্ন পাশে কার্য সম্পাদনের ব্যবস্থা রাখা হয়।



BOX JIG
চিত্র ৩.৯: বক্স জিগ

৩.৩.৮ ইনডেক্সিং জিগ (Indexing Jig)

মিলিং মেশিনে ইনডেক্সিং (বিভক্তিকরণ) কাজ বেশি হয়ে থাকে। তাই মিলিং মেশিন চালানোর পূর্বে ইনডেক্সিং পদ্ধতি সম্পর্কে জ্ঞান থাকা আবশ্যক। মিলিং মেশিনে কোনো বস্তুকে এক পাকের কোনো ভগ্নাংশে ঘোরানকে ইনডেক্সিং করা বলা হয়। ইনডেক্সিং জিগ একটি বৃত্ত বরাবর সমান দূরত্ব হোল বা ছিদ্র ড্রিল করতে ব্যবহৃত হয়।


চিত্র ৩.১০: ইনডেক্সিং জিগ ফিক্সচার

৩.৪ ফিক্সচারের প্রকার

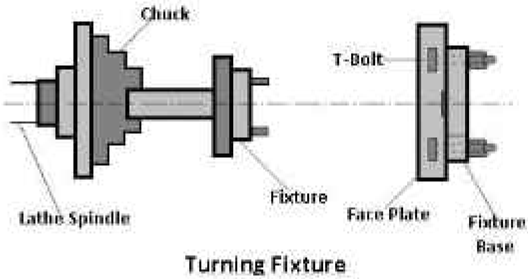
ফিক্সচারগুলি সাধারণত মেশিনিং অপারেশনের উপর ভিক্তি করে ডিজাইন করা হয় । নিচে বিভিন্ন ধরনের ফিক্সচার দেওয়া হল:

১. টার্নিং ফিক্সচার (Turning Fixture)
২. মিলিং ফিক্সচার (Milling Fixture)
৩. ব্রোচিং ফিক্সচার (Broaching Fixture)

৪. গ্রাইন্ডিং ফিক্সচার (Grinding Fixture)
৫. বোরিং ফিক্সচার (Boring Fixture)
৬. ইনডেক্সিং ফিক্সচার (Indexing Fixture)
৭. টেপিং ফিক্সচার (Tapping Fixture)
৮. ডুপ্লেক্স ফিক্সচার (Duplex Fixture)
৯. ওয়েল্ডিং ফিক্সচার (Welding Fixture)
১০. এসেম্বিলি ফিক্সচার (Assembly Fixture)

৩.৪.১ টার্নিং ফিক্সচার

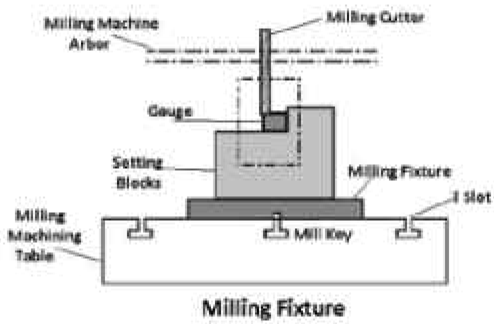
সাধারনত লেদ মেশিনে শ্যাফটকে টার্নিং করার জন্য চাকের মাধ্যমে জবকে আটকানো হয়। কিন্তু একটি প্লেটকে টার্নিং করার জন্য চাকের মাধ্যমে আটকানো যায় না, তখন চিত্রের ন্যায় ফিক্সচারকে চাকের মাধ্যমে আটকায়ে প্লেটকে টার্নিং করা হয়। জটিল আকৃতির কোন জবকে টার্নিং করতে হলে লেদের স্পিন্ডাল নোজ এর সহিত ফিক্সচারকে আটকায়ে টার্নিং করা হয়। এ ধরনের ফিক্সচার জবকে শক্তভাবে ধরে রাখার জন্য খুব সাবধানতার সাথে ডিজাইন করতে হয়। মাঝে মাঝে ফিক্সচারকে ব্যালেন্স করার জন্য কাউন্টার-ওয়েট লাগানো হয়। যা পাশের চিত্রে দেখানো হয়েছে



চিত্র ৩.১১: টার্নিং ফিক্সচার

৩.৪.২ মিলিং ফিক্সচার

এ ধরনের ফিক্সচার ওয়ার্কপিসের উপর বিভিন্ন মিলিং অপারেশন পরিচালনা করার জন্য ব্যবহৃত হয়। মিলিং ফিক্সচারকে মেশিনের টেবিলের উপর নিরাপদ ও সঠিক অবস্থানে নাট-বোল্ট দিয়ে আটকানো হয়। এ ফিক্সচারটি সেট করতে হলে কাটিং এর স্বাপেক্ষে টেবিলকে সরায়ে জবকে সঠিক অবস্থানে রেখে আটকাতে হবে। কাটিং ফোর্স উচ্চ হওয়ায় এবং সবিরাম কাটিং কার্য চলায় ফিক্সচারটিকে মেশিন টেবিলের সাথে টি- স্লটে এ টি বোল্ট ও নাট দিয়ে ভালোভাবে আটকাতে হবে।



চিত্র ৩.১২: মিলিং ফিক্সচার

২০২৫

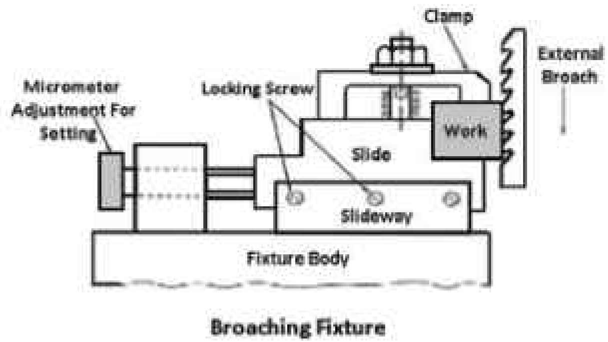
৩.৪.৩ ব্রোচিং ফিক্সচার

ব্রোচিং হল একটি মেশিনিং প্রক্রিয়া যা ধাতু অপসারণের জন্য দাঁতযুক্ত একটি টুল ব্যবহার করা হয় যাকে ব্রোচ বলা হয়। প্রধান দু'ধরনের ব্রোচিং রয়েছে: লিনিয়ার বা রৈখিক এবং রোটারি বা ঘূর্ণন। নিম্নে দুটি উপায়ের মধ্যে যেকোনো একটি পদ্ধতিতে ব্রোচিং কার্য সম্পন্ন করা হয়;

ক) টুলকে স্থির রেখে টুলের উপর কার্যবস্তু পরিচালনার মাধ্যমে কাজ সম্পাদন,

খ) কার্যবস্তুকে স্থির রেখে টুল ঘূর্ণনের মাধ্যমে কাজ সম্পাদন।

ব্রোচিং মেশিনে অপারেশন চলাকালীন বিভিন্ন ধরণের ব্রোচিং কার্যক্রম করার জন্য এই ফিক্সচারগুলি ওয়ার্কপিসকে লোকেটকরণ, ধরে রাখা এবং সাপোর্ট করতে ব্যবহার করা হয়। যেমন কীওয়ে ব্রোচিং অপারেশন, কীওয়ে ব্রোচিং, হোল ব্রোচিং, ইত্যাদি অভ্যন্তরীণ পুল-টাইপ হোল ব্রোচিংয়ের জন্য ফিক্সচার হিসাবে ক্ল্যাম্পিং প্লেটের ব্যবহার করা হয়।



চিত্র ৩.১৩: ব্রোচিং ফিক্সচার

৩.৪.৪ গ্রাইন্ডিং ফিক্সচার

গ্রাইন্ডিং অপারেশনের ধরন ও ব্যবহৃত মেশিনের উপর নির্ভর করে ওয়ার্ক হোল্ডিং ডিভাইসগুলো ডিজাইন করা হয়।

(ক) **বাহ্যিক গ্রাইন্ডিংএর জন্য ফিক্সচার**

ম্যান্ড্রেল হল সাধারণ ফিক্সচার যা ওয়ার্কপিসের বাহ্যিক পৃষ্ঠকে গ্রাইন্ডিং করার জন্য ব্যবহৃত হয়। মেশিনের কেন্দ্রের মাঝে ম্যান্ড্রেলকে শক্তভাবে ধরে রাখা হয়। কাজের টুকরাটি বোরের সাহায্যে ম্যান্ড্রেলের উপর ধরে রাখে যাতে বোরের সাথে সঠিকভাবে কেন্দ্রীভূত হয়ে বাহ্যিক পৃষ্ঠটি গ্রাইন্ডিং করা যায়। বিভিন্ন ধরনের ম্যান্ড্রেল যেমন টেপার ম্যান্ড্রেল, স্ট্রেইট ম্যান্ড্রেল, কম্বিনেশন অব স্ট্রেইট ও টেপার ম্যান্ড্রেল।

২০২৫



চিত্র ৩.১৪: গ্রাইন্ডিং ফিক্সচার

(খ): অভ্যন্তরীণ গ্রাইন্ডিংএর জন্য ফিক্সচার

সাধারণ বৃত্তাকার কার্যবস্তুর অভ্যন্তরীণ পৃষ্ঠগুলোকে গ্রাইন্ডিং করার জন্য, চাকটিকে একটি স্ট্যান্ডার্ড ওয়ার্ক হোল্ডিং ডিভাইস হিসাবে ব্যবহার করা হয়। বিশেষ প্রয়োজনে অনেক উপাদানের জন্য ফিক্সচার তৈরি করে লেদ ফিক্সচারের মতো একই লাইনে ডিজাইন করা যায়।

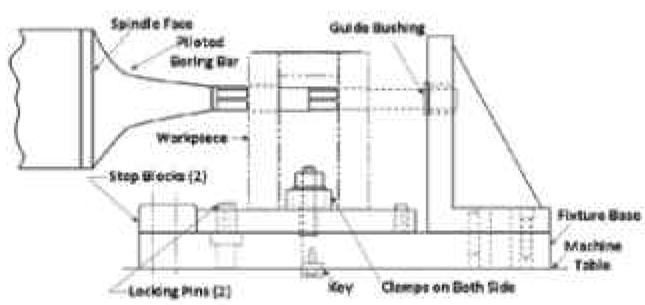
(গ) সারফেস গ্রাইন্ডিংয়ের জন্য ফিক্সচার

নিম্নলিখিত উপায়ে পৃষ্ঠ মেশিনিংয়ের জন্য কার্যবস্তুকে ধরে রাখে।

- ফিক্সচারটি সরাসরি মেশিনের টেবিলের সাথে আটকানো যেতে পারে।
- এটিকে ভাইস মধ্যে আটকানো যেতে পারে।
- কার্যবস্তুটিকে চৌম্বক চাক বা ভ্যাকুয়াম চাকের মাধ্যমে ধরে রাখা যেতে পারে।
- কার্যবস্তুটিকে একটি বিশেষ ফিক্সচারে রাখা যেতে পারে।

৩.৪.৫ বোরিং ফিক্সচার

বোরিং হল একটি মেশিনিং প্রক্রিয়া একটি বিশেষভাবে ডিজাইন করা কাটিং টুল ব্যবহার করে যেমন ড্রিল করা অংশে বিশেষ ড্রিল বিটের সাহায্যে সঠিক মাপের বড় গর্ত করার জন্য ব্যবহার করা হয়। কাটিং ওয়ার্কপিসের অভ্যন্তরীণ হতে ধাতু সরিয়ে দেয়। বিভিন্ন গ্রেড-এর বোরিং কার্য সম্পাদনের জন্য বিভিন্ন ধরনের ফিক্সচার ব্যবহার করে জবকে মেশিনিং করা হয়। লেদ মে শনের সাহায্যে বড় ব্যাসের গর্তের করা যায়। এ মেশিনের সংগে ফিক্সচার এর মাধ্যমে বোরিং টুলবার লাগিয়ে বড় ব্যাসের গর্ত সম্পন্ন করা হয়।



Boring Fixture

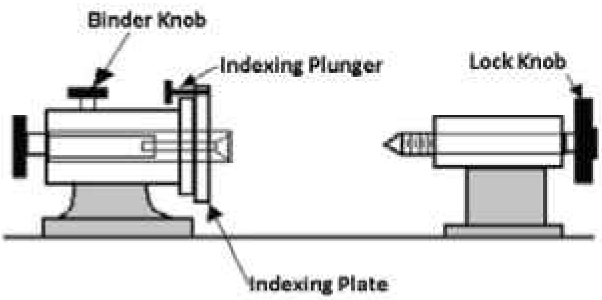
চিত্র ৩.১৫: বোরিং ফিক্সচার

২০২৫

নিম্নে দুটি উপায়ের মধ্যে যেকোনোএকটি পদ্ধতিতে বোরিং কার্য সম্পন্ন করা হয়;
ক) টুলকে স্থির রেখে টুলের উপর কার্যবস্তু পরিচালনার মাধ্যমে কার্য সম্পাদন,
খ) কার্যবস্তুকে স্থির রেখে টুল ঘূর্ণনের মাধ্যমে কার্য সম্পাদন।
তদনুসারে, বোরিং ফিক্সচার দুটি সাধারণ ডিজাইনে তৈরি করা হয়।

৩.৪.৬ ইনডেক্সিং ফিক্সচার

ইনডেক্সিং ফিক্সচার একটি ডিভাইস যাকে ঘুরিয়ে কোনো জবকে যেকোনো কোণ-এ মেশিনিং প্রক্রিয়া সম্পন্ন করা হয়। অর্থাৎ সমান দুরত্বে একই কাজ করার জন্য জবকে ধরে বিভিন্ন পৃষ্ঠ হতে ধাতু অপসারণ করা যায়। এই জাতীয় কার্য সম্পাদন করতে যতগুলি কার্যবস্তুর সারফেস হতে মেটাল অপসারণ করতে হবে ততগুলি সমানভাবে ইনডেক্স বা সূচিবদ্ধ করা প্রয়োজন। এই জাতীয় ডিভাইস বহনকারী ফিক্সচার ইনডেক্সিং ফিক্সচার হিসাবে পরিচিত।



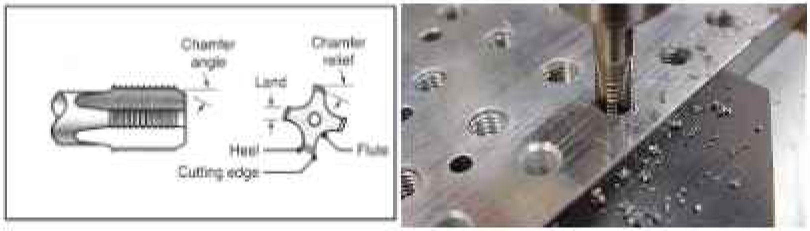
Indexing Fixture

চিত্র ৩.১৬: ইন্ডেকসিং ফিক্সচার

৩.৪.৭ ট্যাপিং ফিক্সচার

টেপ একটি সরঞ্জাম যা বহদাঁত বিশিষ্ট টুলের মাধ্যমে ধাতু অপসারণ করে থ্রেড কার্য সম্পাদন করা হয়। টেপ দুই, তিন, চার ফ্লুইট বিশিস্ট হয়ে থাকে। ছিদ্রযুক্ত বস্তুর মধ্যে টেপ প্রবেশ করলে দুই ফ্লুইট বিশিস্ট টেপের মাল্টিদাঁত বস্তুর প্রান্তে বল প্রয়োগে ধাতু পরিত্যাগের মাধ্যেমে থ্রেড কার্য সম্পাদন করে থাকে। ড্রিলিং মেশিন, লেদ মেশিন, সয়ংক্রিয় স্ক্রু থ্রেড মেশিন, সিএনসি মিলিং মেশিন এর মাধ্যমে ট্যাপিং ফিক্সচার ব্যবহার করা হয়।

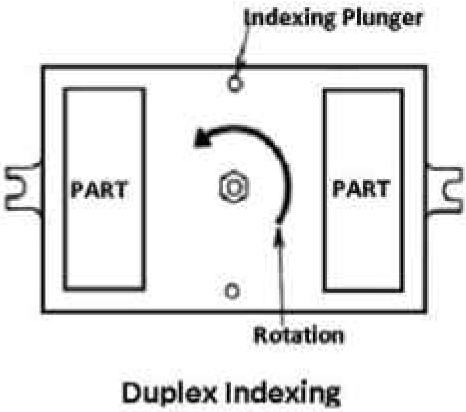
ট্যাপিং ফিক্সচার ওয়ার্কপিসগুলোকে অবস্থান দৃঢ়ভাবে সুরক্ষিত করে থ্রেড কাটার জন্য ডিজাইন করা হয়। কোনো ছিদ্রবিশিষ্ট কার্যবস্তুর ভিতরে থ্রেড করার জন্য উক্ত বস্তুকে শক্তভাবে নিরাপদ অবস্থানে রেখে কাজ করা হয়।



চিত্র ৩.১৭: টেপিং ফিক্সচার

৩.৪.৮ ডুপ্লেক্স ফিক্সচার

এ ফিক্সচারটি তেএকই সাথে দুটি পৃথক স্টেশনে দুটি অনুরূপ অংশ মেশিনিং করা হয়। অর্থাৎ এক সেটিং-এ একই বা ভিন্ন অপারেশন করা যায় যখন ১৮০ ডিগ্রি অবস্থানে কার্যবস্তুকে ফিক্সচার করা হয়। এটি এমন ধরনের ফিক্সচার যার, সাহায্যে প্রথম স্টেশনে কার্যবস্তু মেশিনিং প্রক্রিয়া সম্পন্ন করে দ্বিতীয় স্টেশনে দ্বিতীয় মেশিনিং প্রক্রিয়া করার জন্য স্থানান্তরিত করে কাজ সম্পাদন করা হয়। কার্য সম্পাদিত বস্তুকে পুনরায় প্রথম স্টেশনে আনা হয় এবং নতুন কার্যবস্তু প্রতিস্থাপন করা হয়। এভাবে একই সেটিং-এ একাধিক অপারেশন করা যায় এবং উচ্চ গতিতে ব্যাপক উৎপাদন করা সম্ভব।



চিত্র ৩.১৮: ডুপ্লেক্স ফিক্সচার

৩.৪.৯ ওয়েল্ডিং ফিক্সচার

ওয়েল্ডিং ফিক্সচার এমনভাবে ডিজাইন করা হয় যাতে ঢালাই কাঠামোতে কার্যবস্তুটি বিকৃতি প্রতিরোধ করতে পারে। ঢালাই করার জন্য কার্যবস্তুকে নির্দিষ্ট অবস্থানে দৃঢ়ভাবে ধরে রাখতে সহায়তা করে। সাধারণত কার্যবস্তুটি প্রথমে ধরে রাখার জন্য ঢালাই জিগ এবং তারপর সম্পূর্ণ ঢালাই করার জন্য হোল্ডিং ফিক্সচার ব্যবহার করা হয়। ফলে কাঠামোটি দৃঢ় চাপ সহ্য করতে পারে এবং বিকৃতির সম্ভাবনা থাকে না।

৩.৪.১০ অ্যাসেম্বলি ফিক্সচার

এ ধরণের ফিক্সচারের কাজ হচ্ছে বিভিন্ন কার্যবস্তুকে যথাযথ আপেক্ষিক অবস্থানে রেখে একসাথে মেশিনিং প্রক্রিয়া সম্পন্ন করা হয়। উদাহরণস্বরূপ, দুই বা ততোধিক স্টিলের প্লেট আপেক্ষিক অবস্থানে একসাথে রেখে রিভিটেড করা যায়। এই ফিক্সচারগুলো,যান্ত্রিক ক্রিয়াকলাপ সম্পাদনের জন্য উপাদানগুলিকে ধরে রাখার জন্য ব্যবহৃত হয়, যা অ্যাসেম্বলি ফিক্সচার হিসাবে পরিচিত হয়।

৩.৫ জিগ ও ফিক্সচারের মৌলিক পার্থক্য

জিগ	ফিক্সচার
কার্যবস্তুটিকে ধরে রাখে, অবস্থান করে এবং সেইসাথে টুল গাইড করে।	কার্যবস্তুটিকে ধরে রাখে এবং অবস্থান করে কিন্তু টুলটিকে গাইড করে না
দ্রুত করার হ্যান্ডলিং জন্য হালকা বস্তুর ব্যবহার এবং টেবিল ক্লাম্পিং তেমন গুরুত্ব নয়।	ফিক্সচারগুলি ভারী অবস্থাণে এবং মেশিন টেবিলে শক্তভাবে বোল্ট করা হয়
ড্রিলিং রিমিং বা ট্যাপিং অপারেশনে কাজ ধরে রাখার জন্য এবং বিশেষ করে টুলকে গাইড করার জন্য ব্যবহৃত হয়।	মিলিং, গ্রাইন্ডিং, প্ল্যানিং বা বাঁকানোর অপারেশনসমূহে কার্যবস্তু ধরে রাখার জন্য ব্যবহার করা হয়।

৩.৬ জিগ ও ফিক্সচার তৈরির ম্যাটেরিয়াল

জিগস ও ফিক্সচারগুলো ক্ষয় প্রতিরোধের জন্য বিভিন্ন ধরণের মেটাল দিয়ে তৈরি করা হয়। সাধারণত ড্রিল, রিমার ও মিলিং মেশিনিং কাটিং টুল কাটার জন্য উচ্চ গতির ইস্পাত (High Speed Steel) ধাতু দিয়ে জিগ ও ফিক্সচার তৈরি করা হয়।

ডাই ষ্টিল (Die Steel): প্রেস টুলের জন্য ব্যবহৃত, ১% কার্বন থাকে, ০.৫ থেকে ১% ট্যাংস্টেন এবং কম পরিমাণে সিলিকন ও ম্যাঙ্গানিজ থাকে।

কার্বন ইস্পাত (Carbon Steel): স্টান্ডার্ড কাটার সরঞ্জামের জন্য ব্যবহৃত হয়।

নন-সঙ্কুচিত টুল ষ্টিল (Non-Shirkning Tool Steel): সূক্ষ্ম, জটিল প্রেস টুলের জন্য ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হয়।

নিকেল ক্রোম **ষ্টিল** (Nicle Crome Steel): গিয়ার কাটিং টুল তৈরিতে ব্যবহৃত হয়।

টেনসাইল ষ্টিল (High Tensile Steel): স্ক্রু কাটিং টুল তৈরিতে উচ্চ প্রসার্য স্টিল ব্যবহৃত হয়।

ষ্টিল হালকা ইস্পাত (Mild Steel): সবচেয়ে সস্তা উপাদান এবং ০.৩% এর কম কার্বন থাকায় জিগ ও ফিক্সচার তৈরিতে ব্যবহৃত হয়।

ঢালাই আয়রন (Cast Iron) : মিলিং ফিক্সচার তৈরিতে সর্বাধিক সুবিধাজনক। অত্যাধিক কম্পন জনিত মেশিনও এ মেটালের তৈরি করা হয়।

নাইলন এবং ফাইবার (Nylon & Fiber): চাপের কারণে ওয়ার্কপিসের ক্ষতি হাত হতে রক্ষা করার জন্য নরম আস্তরণের ক্ল্যাম্পিং ব্যবহৃত হয়।

ফসফর ব্রোঞ্জ (Phosphor Bronze): মরিচা প্রতিরোধক পার্টস হিসেবে ব্যবহৃত হয়।

৩.৭ জিগ ও ফিক্সচার ব্যবহারের সুবিধা

১. ব্যাপক উৎপাদন বৃদ্ধিতে সহায়তা করে।
২. প্রতি ইউনিটের খরচ কমায়।

৩. পণ্যের পরিমাপ কম পরিবর্তশীলতার কারণে সামঞ্জস্যপূর্ণ উৎপাদন মান বজায় রাখে।

৪. তাৎপর্যপূর্ণ মান নিয়ন্ত্রণ খরচ ও পরিদর্শন কমায়।

৫. উন্নত নিরাপত্তা মান বজায় রাখে বিধায় দূর্ঘটনা কমায়।

৬. অল্প দক্ষ শ্রমিক নিয়োজিত করায় শ্রম খরচ কম হয়।

৭. জটিল, ভারি ও শক্ত বস্তু সহজে মেশিনিং করা যায়।

৮. সমাবেশ পদ্ধতি সহজ হওয়ায় অনুৎপাদন ঘন্টা কমায়।

৯. মেশিন টুলের প্রায়োগিত সক্ষমতা বৃদ্ধি পায়।

১০. একটি কার্যবস্তুতে একই সঙ্গে একাধিক ডিভাইস প্রয়োগ করা যেতে পারে।

১১. জিগ ও ফিক্সচার এর ধরে রাখার সক্ষমতা বৃদ্ধির কারণে কাটিং এর গতি, কাটিং-এর গভীরতা, কাটিং-ফিড এর হার ইত্যাদি মান বৃদ্ধি করা যেতে পারে।

১২. প্রতিটি কার্যবস্তু নিদিস্ট স্থানে বসানো, কাজের পরিমাপকরণ, সমতা নির্ধারন না থাকায় কাজের পরিধির ব্যাপকতা ও সময় নির্ধারণ কমায়।

৩.৮ ওয়ার্কশপে জিগ ও ফিক্সচার ডিজাইনে মূলনীতি

সাফল্যজনক জিগ ও ফিক্সচার ডিজাইনের উপর নির্ভরকরে এবং বিভিন্ন ধরনের বিশ্লেষণমূলক উপাত্ত বিবেচনায় এনে পরিকল্পিত প্রকৃত কাজ নিরাপদে এবং সঠিকভাবে সম্পন্ন করা সম্ভব।

উপাত্তসমুহ

১. উপাদানের ধরণ

২. মেশিনের ক্ষমতা ও ধরণ

৩. উপাদানের অবস্থান নির্ধারণ

৪. উপাদান খোলা এবং লাগানোর ব্যবস্থাপনা

৫. উপাদান আটকানোর ব্যবস্থাপনা

৬. আটকানো উপাদানটি পরিচালনার জন্য প্রয়োজনীয় শক্তি

৭. উপাদান এবং জিগ-এর মধ্যে প্রয়োজনীয় ফাঁকা ব্যবস্থাপনা

৮. ইনডেক্সিং ডিভাইজ এর প্রয়োজনীয়তা

৯. টুল ও কাটার সেটিং পর্যালোচনা করা

১০. অজানা তথ্য বিশ্লেষণ

১১. উপাদান নির্গমনের পথ নির্ধারণ

১২. মেটাল বা উপাদান বাহির করার ব্যবস্থাপনা

১৩. দৃঢ়তা ও কম্পন সমস্যার বিশ্লেষণ

১৪. টেবিলে উপাদান আটকানো ব্যবস্থাপনা

১৫. নিরাপত্তা বিষয়ক বিশ্লেষণ

১৬. জিগের বেইজ, ফ্রেম বা বডি তৈরি পদ্ধতি বিশ্লেষণ

২০২৫

৩.৯ ওয়ার্কশপে জিগ ও ফিক্সচার প্রয়োগে সুবিধা

ড্রিলিং, মিলিং ও টেপিং অপারেশনে জিগ ব্যবহার করা হয় এছাড়া-

ক) সঠিক স্থানে কাটিং টুল ব্যবহার করা যায়।

খ) বস্তুর উপরিভাগে মার্কিং বা লে-আউট করার প্রয়োজন হয় না বলে কাজের সময় কম লাগে।

গ) নির্ভুলভাবে কাজ করতে সহজ হয়, কারণ প্রথমেই সব সেট করা থাকে।

ঘ) আধা দক্ষ কারিগর দ্বারা কাজ করা সম্ভব হয়।

ঙ) শরীরের ক্লান্তি হ্রাস করা যায়।

চ) একই সঙ্গে অধিক সংখ্যায় তৈরি হওয়ার কারণে মূল্যামান হ্রাস পায়।

ছ) কম সময়ে অধিক সংখ্যক উৎপাদন করা যায়।

জ) শ্রমিকের কায়িক শ্রম কম লাগে।

ফিক্সচার এর প্রয়োগ- মিলিং, গ্রাইন্ডিং, প্লানিং, টার্নিং এবং সেপিং।

ক) এটা কার্য বস্তু সঠিকস্থানে সুদৃঢ়ভাবে ধরে রাখার জন্য নির্ভরযোগ্য ডিভাইস।

খ) এটা দ্বারা যে কোনো মাপের বা আকারের কার্যবস্তুকে আটকানো সুবিধাজনক।

গ) ফিক্সচারকে ভাইসরূপে ব্যবহার করা যায়।

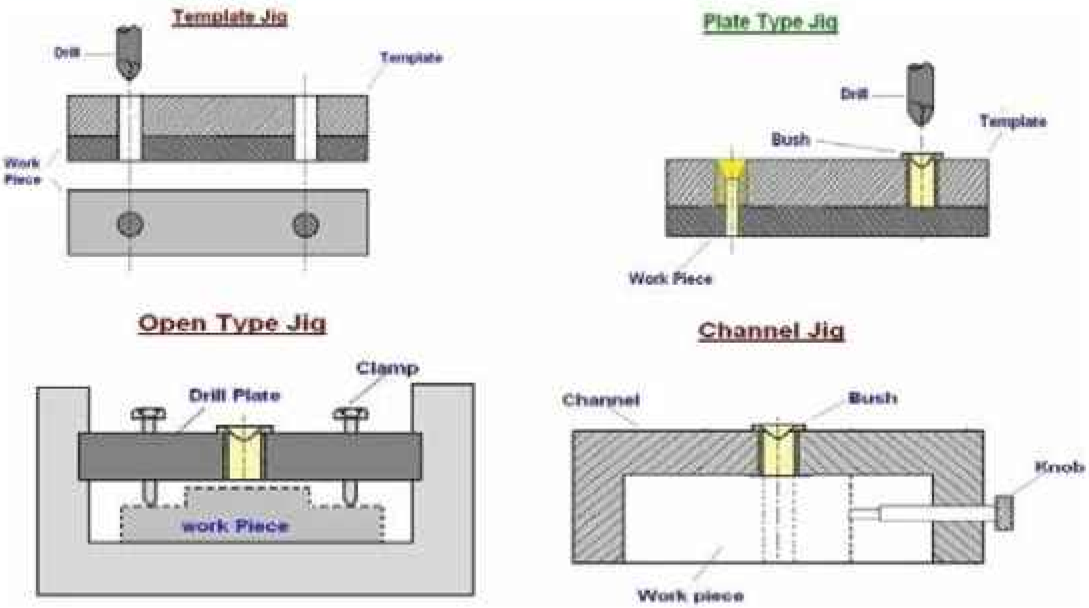
ঘ) প্রোডাকশন লাইনে অ্যাঙ্গেল হোল বা সারফেস বা প্রান্ত তৈরি করতে ফিক্সচার ব্যবহার হয়।

ব্যাবহারিক অংশ

জব-১: ড্রিলিং অপারেশনে জিগ ব্যবহারের দক্ষতা অর্জন।

পারদর্শিকতা মানদন্ড:

১. কাজের প্রয়োজন অনুযায়ী জিগ নির্বাচন করা;
২. জিগ সঠিকতা যাচাই করা;
৩. জিগ কার্যক্ষমতা চেক করা;
৪. জিগ এবং ফিটিংসমূহ যথাস্থানে ব্যবহার ও সংরক্ষণ করা;
৫. কাজ শেষে যন্ত্রাংশসমূহ ও কাজের এলাকা পরিষ্কার-পরিচ্ছন্ন করা;



চিত্র ৩.১৯: ড্রিলিং জিগ

ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম:

ক্রমিক নং	সুরক্ষা সরঞ্জামের নাম	সংক্ষিপ্ত বিবরণ	পরিমাণ
১	সেফটি সু	মানসম্মত	১ জোড়া
২	গগলস	মানসম্মত	১টি
৩	হ্যান্ড গ্লাভস	মানসম্মত	১ সেট
৪	অ্যাপ্রন	সাইজ অনুযায়ী	১টি
৫	মাস্ক	সাইজ অনুযায়ী	১টি

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি (টুলস)

ক্রমিক নং	যন্ত্রপাতির নাম	সংক্ষিপ্ত বিবরণ	পরিমাণ
১	অ্যাডজাস্টেবল রেঞ্চ	৬-১২ ইঞ্চি	১ সেট
২	স্ক্রু ড্রাইভার	ফ্লাট, ফিলিপস	১ সেট
৩	স্ক্যাপার	বিভিন্ন মাপের	১ সেট
৪	প্লায়ার্স	কম্বিনেশন	১ সেট
৫	ড্রিল বিট	গর্তের মাপ অনুযায়ী	১ সেট
৬	হ্যামার	১.৫ পাউন্ড	১টি
৭	স্টিল রুল	১২ ইঞ্চি	১টি
৮	ট্রাই-স্কয়্যার	৬ ইঞ্চি	১টি
৯	টেমপ্লেট জিগ	মাপ অনুযায়ী	১টি
১০	প্লেট জিগ	মাপ অনুযায়ী	১টি
১১	ওপেন টাইপ জিগ	মাপ অনুযায়ী	১টি
১২	চ্যানেল জিগ	মাপ অনুযায়ী	১টি

ইকুইপমেন্ট

ক্রমিক নং	ইকুইপমেন্টের নাম	সংক্ষিপ্ত বিবরণ	পরিমাণ
১	ড্রিলিং মেশিন	মানসম্মত	১ টি

মালামাল

ক্রমিক নং	মালামালের নাম	সংক্ষিপ্ত বিবরণ	পরিমাণ
১	ওয়েস্ট কটন	মানসম্মত	৫০০ গ্রাম
২	দ্রবনীয় তেল	মেটাল মেশিনিং প্রক্রিয়া অনুযায়ী	প্রয়োজন অনুযায়ী
৩	খনিজ তেল	মেটাল মেশিনিং প্রক্রিয়া অনুযায়ী	প্রয়োজন অনুযায়ী
৪	রাস্ট রিমুভার	ওয়্যার ব্রাশ	১ টি

কাজের ধারা

১. তালিকা অনুযায়ী যন্ত্রপাতি, ইকুইপমেন্ট ও মালামাল সংগ্রহ করো ;
২. ব্যক্তিগত নিরাপত্তা সরঞ্জাম সংগ্রহ ও পরিধান করো ;
৩. একটি জিগ প্লেট নিয়ে আলোচনা করা;
৪. নির্দিস্ট মাপের ড্রিল করার জন্য কার্যবস্তু সংগ্রহ করো ;
৫. একটি প্লেট টাইপ জিগ সংগ্রহ করো যেখানে দুইটি নির্দিস্ট গর্ত করার প্রয়োজন ;
৬. জিগ প্লেটটির নীচে কার্যবস্তু বসিয়ে ভাইস অথবা টেবিল স্ক্রু এর সাথে আটকাও ;
৭. ড্রিল মেশিনে নির্দিস্ট মাপের ড্রিল বিট লাগাও ;
৮. ড্রিল মেশিনের সুইচ অন করে ড্রিল বুশ বরাবর ড্রিল বিট প্রবেশ করাও ;
৯. ধীরে ধীরে ড্রিল বুশ টুলকে গাইড করে কার্যবস্তুকে সঠিক স্থানে ড্রিল করো ;
১০. এভাবে প্লেট জিগ এর সাহাযে খুব সহজে মার্কিন ছাড়াই কাযবস্তুতে ড্রিল করো ;
১১. চিত্রে প্রদর্শিত অন্যান্য জিগ ব্যবহার করে ড্রিল কার্য সম্পাদন করো

সতর্কতাসমূহ

- কাজ করার সময় অব্যশই পিপিই (PPE) পরিধান করতে হবে।
- সঠিকভাবে টুলসের ব্যবহার নিশ্চিত হতে হবে।
- কাজের সময় অমনোযোগী হওয়া যাবে না।
- যদি বোঝাতে সমস্যা হয় তবে শিক্ষক এর সহায়তা নিতে হবে।
- শিক্ষক এর অনুমতি ছাড়া অন্য কোনো কাজ করা যাবে না।

বিশেষ নির্দেশনা

মেটাল নিবার্চন করে সঠিক মেশিনে চার্টে উল্লেখিত নির্ধারিত কুলেন্ট ব্যবহার নিশ্চিত করতে হবে।

অর্জিত দক্ষতা

জবটি সম্পন্ন করে নির্দিস্ট কুলেন্ট ব্যবহার এবং নির্ধারিত প্রক্রিয়া অনুসরণ করতে পারবে। বিভিন্ন চার্ট দেখে মেটালের ও ইকুপমেন্ট এর জন্য কি ধরনের কুলেন্ট ব্যবহার করা হয় তা জানতে পারবে।

জব-২: ভি-ব্লক ব্যবহার করে ড্রিলিং করার দক্ষতা অর্জন।

পারদর্শিকতা মানদন্ড
১. কাজের প্রয়োজন অনুযায়ী ভি-ব্লক নির্বাচন করা; ২. ভি-ব্লক এ কার্যবস্তু সেটিং করা; ৩. ভি-ব্লক এর কার্যক্ষমতা চেক করা; ৪. ভি-ব্লক এবং ফিটিংসমূহ যথাস্থানে ব্যবহার ও সংরক্ষণ করা।



ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম

ক্রমিক নং	সুরক্ষা সরঞ্জামের নাম	সংক্ষিপ্ত বিবরণ	পরিমাণ
১	সেফটি সু	মানসম্মত	১ জোড়া
২	গগলস	মানসম্মত	১টি
৩	হ্যান্ড গ্লাভস	মানসম্মত	১ সেট
৪	অ্যাপ্রন	সাইজ অনুযায়ী	১টি
৫	মাস্ক	সাইজ অনুযায়ী	১টি

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি (টুলস)

ক্রমিক নং	যন্ত্রপাতির নাম	সংক্ষিপ্ত বিবরণ	পরিমাণ
১	অ্যাডজাস্টেবল রেঞ্চ	৬-১২ ইঞ্চি	১ সেট
২	স্ক্রু ড্রাইভার	ফ্লাট, ফিলিপস	১ সেট
৩	স্ক্র্যাপার	বিভিন্ন মাপের	১ সেট
৪	প্লায়ার্স	কম্বিনেশন	১ সেট

ইকুইপমেন্ট

ক্রমিক নং	ইকুইপমেন্টের নাম	সংক্ষিপ্ত বিবরণ	পরিমাণ
১	ড্রিলিং মেশিন	মানসম্মত	১ টি

মালামাল:

ক্রমিক নং	মালামালের নাম	সংক্ষিপ্ত বিবরণ	পরিমাণ
১	ওয়েস্ট কটন	মানসম্মত	৫০০ গ্রাম
২	দ্রবণীয় তেল	মেটাল মেশিনিং প্রক্রিয়া অনুযায়ী	প্রয়োজন অনুযায়ী
৩	রাস্ট রিমুভার	ওয়্যার ব্রাশ	১ টি

কাজের ধারা

১. তালিকা অনুযায়ী যন্ত্রপাতি, ইকুইপমেন্ট ও মালামাল সংগ্রহ করা ;
২. ব্যক্তিগত নিরাপত্তা সরঞ্জাম সংগ্রহ ও পরিধান করা ;
৩. এখানে কুলেন্ট হিসেবে দ্রবনীয় তেল ব্যবহার করা;
৪. সিলিন্ড্রিক্যাল কার্যবস্তু ক্লাম্পিং করার জন্য ভি-ব্লক ড্রিলিং মেশিন টেবিলে স্থাপন।
৫. কার্যবস্তুর ম্যাটারিয়েল, কাটিং ম্যাটারিয়েল ও ড্রিলিং ব্যাস এর উপর ভিত্তি করে কাটিং স্পিড সেট।

৬. মেশিন চালু করে কুল্যান্ট ব্যবহার।
৭. ভি-ব্লক জিগ টেমপ্লেট নির্দিস্ট স্থানে ড্রিল বিট বসায়ে ড্রিল।
৮. এভাবে একটি প্রক্রিয়া মাধ্যমে মেশিনিং কার্য সম্পাদন করা।

সতর্কতাসমূহ

- কাজ করার সময় অব্যশই পিপিই (PPE) পরিধান করা;
- সঠিকভাবে টুলসের ব্যবহার নিশ্চিত করা;
- কাজের সময় অমনোযোগী না হওয়া ;
- যদি বোঝতে সমস্যা হয় তবে শিক্ষক এর সহায়তা নেওয়া;
- শিক্ষক এর অনুমতি ছাড়া অন্য কোনো কাজ করা যাবে না।

বিশেষ নির্দেশনা

মেটাল নিবার্চন করে সঠিক মেশিনে চার্টে উল্লেখিত নির্ধারিত কাটিং স্পিড ব্যবহার নিশ্চিত করতে পারবে।

অর্জিত দক্ষতা

জবটি সম্পন্ন করে নির্দিষ্ট কুল্যান্ট ব্যবহার এবং নির্ধারিত প্রক্রিয়া অনুসরণ করতে পারবে। বিভিন্ন চার্ট দেখে কোন ধরনের মেটালের এর জন্য কাটিং স্পিড ব্যবহার করা হয় তা জানতে পারবে।

অনুশীলনী-৩

অতি সংক্ষিপ্ত উত্তর প্রশ্ন

১। জিগ বলতে কী বুঝায়?

২। ফিক্সচার বলতে কী বুঝায়?

৩। জিগ ও ফিক্সচার এর উপাদানসমূহ কী কী?

৪। কোন মেশিন অপারেশনে জিগ-এর প্রয়োগ হয়?

৫। কোন মেশিন অপারেশনে ফিক্সচার-এর প্রয়োগ হয়?

সংক্ষিপ্ত উত্তর প্রশ্ন

১। জিগ-এর শ্রেণিবিন্যাস করো।

২। ফিক্সচারের শ্রেণিবিন্যাস করো।

৩। কী কী মেটারিয়্যাল দিয়ে জিগ ও ফিক্সচার তৈরি করা হয়?

৪। ইন্ডেক্সিং জিগ কী কী উপাদান নিয়ে গঠিত?

৫। জিগ ও ফিক্সচারের মধ্যে মৌলিক পার্থক্য লিখ।

রচনামূলক প্রশ্ন

১। জিগ ও ফিক্সচারের ডিজাইনের মূলনীতি আলোচনা করো।

২। জিগ ও ফিক্সচারের ব্যবহার সুবিধা আলোচনা করো।

৩। বোরিং ফিক্সচারের কার্য পদ্ধতি ব্যাখ্যা করো।

৪। টার্নিং ফিক্সচারের কার্য পদ্ধতি আলোচনা করো।

চতুর্থ অধ্যায়

পাইপ ও পাইপ ফিটিংস

Pipe and Pipe Fitting



উপরের ছবিগুলো নিশ্চই তোমাদের কাছে খুব পরিচিত মনে হচ্ছে। তোমাদের বাসায় রান্না ঘরে, বাথরুমে, সেফটি ট্যাঙ্কে, ছাদের উপর রক্ষিত পানির ট্যাঙ্কে বিভিন্ন ধরনের, বিভিন্ন আকারের পাইপ ব্যবহার করা হয়। আবার অনেক সময় রাস্তার পাশে মাটি খুড়ে পাইপ বসানোর কাজ হয় সেখানেও পাইপের কাজের জন্য ভিন্ন ধরন ও আকারের পাইপ ব্যবহার করা হয়। এই পাইপ বিভিন্ন কল-কারখানায়, পাওয়ার প্লান্টে, জাহাজে, স্বয়ংক্রিয় যানবাহনে, তৈল শোধনাগারে ইত্যাদি কাজে ব্যবহার করা হয়। মজার ব্যপার হলো প্রত্যেকটা কাজে ভিন্ন নামে অনেক প্রকার পাইপ ব্যবহার করা হয়। এ অধ্যায়ে আমরা পাইপ পাইপে ব্যবহৃত ফিটিংস এবং পাইপিং কাছে ব্যবহৃত বিভিন্ন টুলস সম্পর্কে জানব।

এই অধ্যায় শেষে আমরা

- টুলস, ইকুইপমেন্ট ও পাইপ মেটেরিয়্যালসংগ্রহ করতে পারব;
- প্রয়োজনীয় ফিটিংস সংগ্রহ করতে পারব;
- পাইপিং কাজে ব্যবহৃত ফিটিংস ও ফিক্সচারসমূহ স্থাপন করতে পারব;
- পরিমাপ অনুযায়ী পাইপ সাইজ করতে পারব;
- পাইপে থ্রেড কাটতে পারব;
- কাজ শেষে কর্মস্থান পরিষ্কার পরিচ্ছন্ন করতে পারব;

২০২৫

উল্লেখিত শিখনফলগুলো অর্জনের লক্ষ্যে এই অধ্যায়ে আমরা চারটি জব সম্পন্ন করব। এ জবগুলোর মাধ্যমে পাইপ ও পাইপ ফিটিংস এর অন্তর্ভুক্ত যন্ত্রাংশসমূহ শনাক্তকরণ, থ্রেড কাটা, ফিটিংস ও ফিক্সচারসমূহ স্থাপন করার দক্ষতা অর্জন করব। এ সম্পর্কিত জব সম্পন্ন করার পূর্বে প্রয়োজনীয় তাত্ত্বিক বিষয়সমূহ জানব।

৪.১ পাইপ পরিচিতি

দেখতে লম্বাগোলাকার ফাঁপা বিশিস্ট প্লাস্টিক, ধাতব পদার্থ, কাঠ, গ্লাস পদার্থের তৈরি যার ভিতর দিয়ে পানি, গ্যাস, তেল বা যে কোনো প্রবাহীর স্থানান্তর করার জন্য ব্যবহার করা হয়, তার নাম পাইপ। সাধারণত যে ধরনের প্রবাহী ব্যবহার করা হয় তার নামানুসারে ঐ পাইপের নামকরণ হয়ে থাকে যেমন- পানির পাইপ, গ্যাসের পাইপ বা তেলের পাইপ ইত্যাদি। তবে প্রবাহীর তাপমাত্রা ও চাপ-এর উপর নির্ভর করে বিভিন্ন মেটালের পাইপ ব্যবহার করা হয় যেমন- প্লাস্টিক, কপার, রট আয়রন, স্টেইনলেস স্টিল, উড, গ্লাস, কংক্রিট, সিরামিকস ইত্যাদি। কোনো পাইপে প্রবাহিত তরল বা প্রবাহীর ভিতর এবং বাইরের চাপ, তাপমাত্রার উপর ভিত্তি করে অনুমোদিত উপাদান কোড ব্যবহার করা হয়। প্রবাহীর পরিমাণের প্রয়োজনীয়তা বিবেচনায় ভিন্ন আকারের অর্থাৎ মোটা বা চিকন পাইপ ব্যবহার করা হয়ে থাকে।

কোনো প্রবাহী (তরল, গ্যাস, ছোট কণা অথবা মিশ্রণ) এক সরঞ্জাম হতে অন্য সরঞ্জামে বা স্থানে স্থানান্তরিত করার জন্য পাইপ, পাইপ ফিটিংস, ভালভসমূহ একত্রে সংযোজন করার ব্যবস্থাকে পাইপিং বলে। আবার একই জাতীয় প্রবাহী অর্থাৎ শুধুমাত্র গ্যাস বা তরল অনেক দূরে পাইপিং সিস্টেমের মাধ্যমে এক স্থান হতে অন্য স্থানে সরবরাহ করা হয় তাকে পাইপ লাইন বলে।

পাইপ, পাইপিং সিস্টেম, পাইপ লাইন ব্যবহার করে কোনো কারিগরি কৌশল কাজে লাগিয়ে কারিগরি প্রক্রিয়া সংঘঠিত করে যে প্রকল্প নির্মাণ ও উন্নয়ন কাজ সম্পন্ন করা হয়, তাকে পাইপিং ইঞ্জিনিয়ারিং বলে। পাওয়ার প্লান্ট, কেমিক্যাল প্লান্ট ইত্যাদি। এ ধরনের নির্মাণ কাজে পাইপ-লাইন এবং আদর্শ পাইপিং কোড ব্যবহার করা হয় যেমন- ASME B31 series (American Society of Mechanical Engineers).

৪.২ পাইপ ফিটিং

সোজা পাইপ বা টিউব সংযোগ করতে, বিভিন্ন আকার বা আকৃতি পাইপের দিক পরিবর্তন করতে, পানি বা প্রবাহীর ব্যবস্থাপনা পদ্ধতিতে যে অংশসমূহ দিয়ে সংযোগ করা হয় তার নাম পাইপ ফিটিংস। সাধারনত: একই ধরনের ধাতুর (যেমন স্টেইনলেস স্টিল, ইস্পাত, তামা বা প্লাস্টিক) তৈরির পাইপ বা টিউব সংযোজনে ব্যবহার করা হয়। প্রয়োজনে একই উপকরণের সাথে খাপ খাইয়ে সংযোগ বাস্তবায়ন করা হয়। যেমন- সাধারণত পাইপিং সিস্টেমে ব্রাস ধাতু বিশিস্ট ফিটিংস ব্যবহার করা হয়। অপর পৃষ্ঠায় পাইপিং সিস্টেমের সাধারন পাইপ ফিটিংস এর ছবি দেখানো হলে।



চিত্র ৪.১: পাইপ ফিটিংস

৪.৩ বিভিন্ন প্রকারের পাইপ ফিটিংস সমূহ

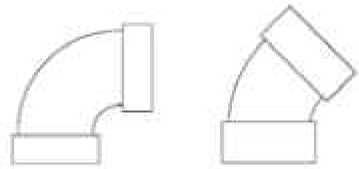
পাইপিং সিস্টেমের জন্য ফিটিংস ব্যয়বহুল হতে পারে এবং উপাদানসমূহ (স্টপ কক্, ভালভ ইত্যাদি) ইনস্টল করতে আনুপাতিকভাবে বেশী শ্রমের প্রয়োজন হতে পারে, তাই পাইপিং কাজের গুরুত্ব বিবেচনা করে সঠিক পাইপ ফিটিংস নির্বাচন এবং ব্যবহার অত্যাবশ্যক। বিভিন্ন ধরনের ধাতুর তৈরি পাইপ ফিটিংস বিভিন্ন পরিসরে পাইপ সংযোজনে ব্যবহার করা হয়। যেমন–তামা পাইপিং সিস্টেমগুলিতে এলবো ব্যবহার না করে পাইপ বাঁকিয়ে ইনস্টল করা হয়। কাজের ধরনের উপর নির্ভর করে অনেকক্ষেত্রে সোল্ডারিং না করে ব্রাস ফিটিংস ব্যবহার করা হয়।

নিম্নে বিভিন্ন ধরনের পাইপ ফিটিংস এর নাম দেয়া হলো।

ক) এলবো (Elbow)
খ) টী (Tee)
গ) ক্রস (Cross)
ঘ) রিডিউসার (Reducer)
ঙ) ক্যাপ (Cap)
চ) ইউনিয়ন (Union)

৪.৩.১ এলবো (Elbow)

সাধারণত দু'ধরনের এলবো ব্যবহার করা হয় একটি ৯০° অন্যটি ৪৫°। দু'টি পাইপ বা টিউবের মধ্যে ৯০° বা ৪৫° দিক পরিবর্তনের জন্য পাইপ ফিটিংস এর প্রয়োজন পড়ে সেগুলো থ্রেডের অথবা ওয়েল্ডিং এর মাধ্যমে পাইপের সাথে সংযোগ করা হয়ে থাকে। যখন পাইপের দুটি প্রান্তের আকারে পার্থক্য হয়, তখন এটিকে হ্রাসকারী বা রিডিউসার এলবো বলা হয়। এলবো ছোট বা দীর্ঘ ব্যাসার্ধের হয়ে থাকে কারণ কাজের ক্ষেত্র বিবেচনা করে অল্প জায়গায় দিক পরিবর্তন করতে ছোট ব্যাসার্ধের এলবো বা ক্ষয় কমাতে বেশী ব্যাসার্ধের এলবো ব্যবহার করা হয়। যদি পাইপের ব্যাস এবং এলবো কেন্দ্র হতে প্রান্ত পর্যন্ত সমান হয় তবে সেটা ছোট ব্যাসার্ধের এলবো এবং পাইপের ব্যাসের ১.৫ গুণ হয় তবে সেটা দীর্ঘ ব্যাসার্ধের এলবো।

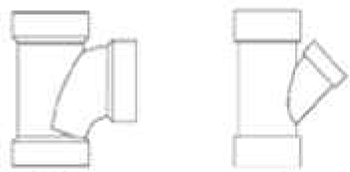


৯০° এলবো **৪৫° এলবো**

চিত্র ৪.২: এলবো

৪.৩.২ টী (Tee)

টী এর মূল উদ্দেশ্য তরল প্রবাহকে একত্রিত বা বিভক্ত করতে ব্যবহৃত হয়। সাধারণ টি-এর মূল অংশ এবং শাখা অংশের ব্যাস সমান থাকে। মূল পাইপ থেকে শাখা পাইপে বিভক্ত করতে ওয়াই টী ব্যবহার করা হয় এবং শাখা অংশের ব্যাস মূল অংশের ব্যাসের তুলনায় ছোট হবে। ঘর্ষণজনিত ক্ষয়ক্ষতি হ্রাস করার লক্ষ্যে সুইপ্ট টী ব্যবহার করা হয়।



সুইপ্ট ওয়াই

চিত্র ৪.৩: বিভিন্ন ধরনের 'টি'

৪.৩.৩ ক্রস (Cross)

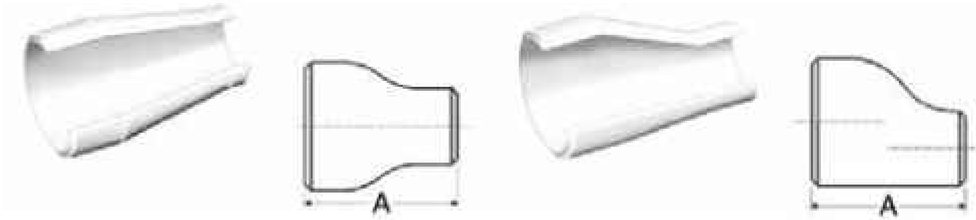
ক্রস এ একটি ইনলেট ও তিনটি আউটলেট থাকে প্রতিটি অংশের ব্যাস সমান হয় এবং কম জায়গায় ও কম শ্রমে এটি বসানো যায়। ক্রসের পরিবর্তে যদি টী ব্যবহার করা হতো তাহলে খরচও বেশী হতো এবং জায়গারও অপচয় হতো। সাধারণত সংকুচিত বাতাস সরবরাহের ক্ষেত্রে ক্রস এর ব্যবহার বেশি।



চিত্র ৪.৪: ক্রস

৪.৩.৪ রিডিউসার (Reducers)

এটির মূল উদ্দেশ্য হলো দু' পাশের চাপ ও প্রবাহের পরিমাণের পরিবর্তন ঘটানো। রিডিউসার দু'ধরনের হয়ে থাকে। একটি সমকেন্দ্রিক (একটি কেন্দ্র) অন্যটি দ্বিকেন্দ্রীক (দুটি কেন্দ্র)। দু'টি ভিন্ন মাপের পাইপ একসঙ্গে যুক্ত করতে রিডিউসার ব্যবহার করা হয়।



সমকেন্দ্রিক হ্রাসকারী ভিন্নকেন্দ্রী হ্রাসকারী (নীচ অংশ সমতল)

চিত্র ৪.৫: বিভিন্ন ধরনের রিডিউসার

৪.৩.৫ ক্যাপ বা প্লাগ (Cap or Plug)

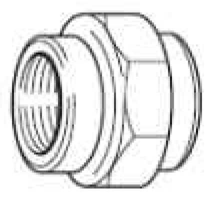
ক্যাপ বা প্লাগ ফিটিংস এর এমন একটি কম্পোনেন্ট যা পাইপ লাইনে শেষপ্রান্তে প্রবাহীর প্রবাহ বন্ধ করতে ব্যবহার করা হয়। এগুলো ব্যবহারের ফলে ভবিষ্যতে নতুন সংযোগ করার জন্য সুযোগ থাকে। সাধারণত অভ্যন্তরীণ থ্রেড বিশিস্ট ডিভাইসকে ক্যাপ এবং অনাভ্যন্তরীণ থ্রেড বিশিষ্ট ডিভাইসকে প্লাগ বলে। ইহা কার্বন ষ্টিল, স্টেইনলেস **ষ্টিল,** প্লাস্টিক ইত্যাদি মেটালের তৈরি হয়ে থাকে। এর হেড বা মাথা গোলাকার, চতুর্ভূজ, ষড়ভূজ ইত্যাদি আকারের হয়ে থাকে।



চিত্র ৪.৬: ক্যাপ ও প্ল্যাগ

৪.৩.৬ ইউনিয়ন(union)

ইউনিয়ন কাপলিং অনুরূপ ফিটিংস, এটি দ্রুত রক্ষণাবেক্ষণ এবং ফিক্সচার প্রতিস্থাপনের জন্য এবং পাইপের সুবিধাজনক সময়ে সংযোগ বিচ্ছিন্ন করার ব্যবহার করা হয়। কাপলিং সাধারণত স্থায়ী জয়েন্ট কিন্তু এটির স্ক্রু খুলে ফেলার জন্য সমস্ত পাইপটিকে তার একপাশে ঘোরাতে সক্ষম। ইউনিয়ন ব্যবহার করার সময় একটি অপরিবাহী পদার্থের (গ্যালভানাইজড স্টিল রিং ব্যবহার করা উচিত যাতে কোনো তরল বা গ্যাস লিক না করে।



চিত্র ৪.৭: ইউনিয়ন

৪.৩.৭ Flange (ফ্ল্যাঞ্জ)

পাইপ ওয়ার্ক সিষ্টেমে ভালভ, পাইপ পাম্প ও অন্যান্য সরঞ্জামের সংযোগ তৈরি করতে ফ্ল্যাঞ্জ ব্যবহার করা হয়। সাধারণত দু'ধরনের ফ্ল্যাঞ্জপাওয়া যায়,ওয়েল্ডেড অথবা থ্রেডেড। ফ্ল্যাঞ্জ বোল্ট দিয়ে সংযোগ করা হয় এবং ফ্ল্যাঞ্জদ্বয়ের মাঝে গ্যাসকেট ব্যবহার করা হয় যাতে সিল হিসেবে কাজ করে ও পাইপিং সিষ্টেমে সহজে প্রবাহী প্রবাহিত হতে পারে। বিভিন্ন ধরনের ফ্ল্যাঞ্জ এর ব্যবহার সম্পর্কে অপর পৃষ্ঠায় সেগুলোর ব্যাখ্যা দেওয়া হলো।

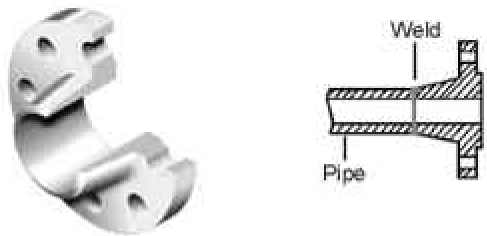
২০২৫

ফ্ল্যাঞ্জসমূহ

ক) ওয়েল্ড নেক ফ্ল্যাঞ্জ (Weld Neck Flange)
খ) সকেট ফ্ল্যাঞ্জ (Socket Flange)
গ) স্লিপ-অন ফ্ল্যাঞ্জ (Slip-on Flange)
ঘ) ল্যাপ ফ্ল্যাঞ্জ (Lap Flange)
ঙ) ব্লাইন্ড ফ্ল্যাঞ্জ (Blind Flange)

(ক) ওয়েল্ড নেক ফ্ল্যাঞ্জ (Weld Neck Flange)

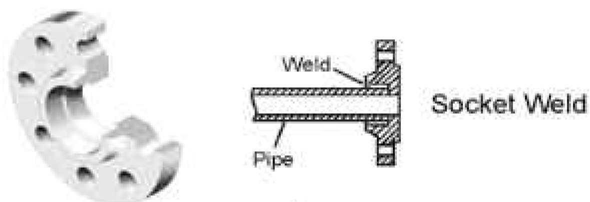
এ ধরনের ফ্ল্যাঞ্জ পিছনের বর্ধিত অংশকে হাব বলে যার শেষ প্রান্তের ব্যাস ও পাইপের ব্যাস সমান। ফ্ল্যাঞ্জ হাব এর শেষ প্রান্ত বেভেল করা হয় এবং পাইপের বেভেল অংশ মিশে ও ওয়েল্ডিং করা হয়। পাইপিং প্রক্রিয়ায় উচ্চ চাপ ও তাপমাত্রা প্রবাহী প্রবাহের ক্ষেত্রে এ ধরনের ফ্ল্যাঞ্জ প্রয়োগ করা হয়।



চিত্র ৪.৮: ওয়েল্ড নেক ফ্ল্যাঞ্জ

(খ) সকেট ফ্ল্যাঞ্জ (Socket Flange)

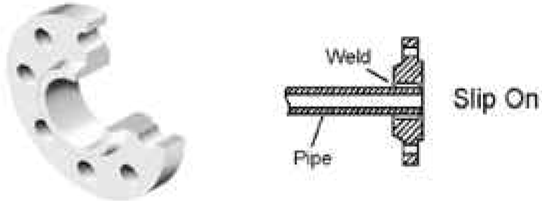
পাইপ ঢুকানোর জন্য একটি সকেট ফ্ল্যাঞ্জ এ কাউন্টার বোর থাকে, যা পরে ফিলেট ঢালাই করা হয়। ভাল প্রবাহ নিশ্চিত করতে পাইপ ও ফ্ল্যাঞ্জ উভয়ের বোর একই।



চিত্র ৪.৯: সকেট ফ্ল্যাঞ্জ

(গ) স্লিপ-অন ফ্ল্যাঞ্জ (Slip-on Flange)

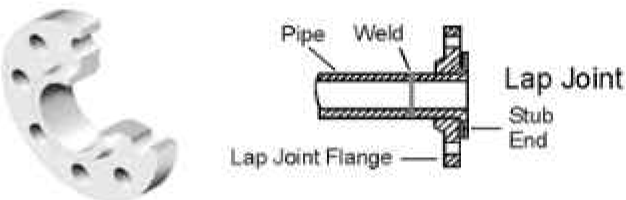
স্লিপ–অন ফ্ল্যাঞ্জ পাইপের উপর স্লিপ করা হয়। দু'ধরনের ফ্ল্যাঞ্জ দেখা যায় একটি রেইজড ফেস স্লিপ–অন ফ্ল্যাঞ্জ অন্যটি ফ্লাট ফেস স্লিপ-অন ফ্ল্যাঞ্জ। ASME B16.5 & B16.47 অনুসারে পাইপের অভ্যন্তরীন প্রেসার রেটিং নাম্বার ৩০০ পর্যন্ত হলে ফেইস রেইজড উচ্চতা হবে ২ মিমি. এবং প্রেসার রেটিং নাম্বার ৩০০ হতে ২৫০০ হলে ফেইস রেইজড উচ্চতা হবে আনুমানিক ৭ মিমি বা ০.২৫ ইঞ্চি। ফেইস উচ্চতার বৃদ্ধির মূল উদ্দেশ্য হলো ঐ ছোট জায়গায় চাপ বৃদ্ধির মাধ্যমে একত্রিত করা যায় যাতে প্রবাহীর নির্দিষ্ট আভ্যন্তরীন চাপে কোনো দুর্ঘটনা না ঘটে। জোড়া জায়গার মাঝে সেমি মেটাল বা মেটাল গ্যাসকেট ব্যবহার করা হয়। ওয়েল ও গ্যাস ফিল্ড প্লান্টে রেইজড ফেস ফ্ল্যাঞ্জ বেশী ব্যবহার হয়ে থাকে। ফ্ল্যাঞ্জ ফেইজ ফ্লাঞ্জ কম প্রেসার ওয়াটার পাইপিং সিষ্টেমে ব্যবহার করা হয় যেমন পাম্প সাকশন, ওয়াটার ট্রিটমেন্ট প্লান্ট। এ ধরনের ফ্ল্যাজ নন-মেটালিক গ্যাসকিট ব্যবহার করা হয় (PTFF– Poly Tetra Fluoro Ethylene, EPDM-Ethylene Propylene Diene Monomer)



চিত্র ৪.১০: স্লিপ অন ফ্লাঞ্জ

(ঘ) ল্যাপ ফ্ল্যাঞ্জ (Lap Flange) :

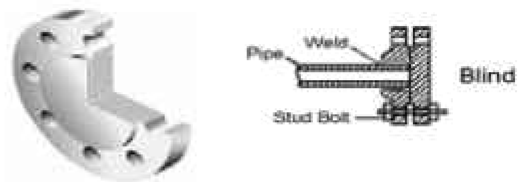
ল্যাপ ফ্ল্যাঞ্জ স্টাব প্রান্তের (বা ব্যাকিং ফ্ল্যাঞ্জ) সাথে ব্যবহার করা হয় যা বাট ওয়েল্ড করা। স্টাব প্রান্তের সিলিং ফেইস প্লেইন, স্মুথ বা গ্রুপ হতে পারে। সিলিং ফেইস এ কোনো গ্যাসকিট ব্যবহার করা হয় না। এই ধরনের জয়েন্ট সহজে সারিবদ্ধভাবে একত্রিত করা হয় এবং এটি নিম্নচাপের অ্যাপ্লিকেশনগুলিতে ব্যবহার করা হয়। খরচ কমাতে 'ব্যাকিং' ফ্ল্যাঞ্জগুলি স্টেইনলেসের মতো নিম্ন গ্রেডের উপাদান থেকে তৈরি করা যেতে পারে।



চিত্র ৪.১১: ল্যাপফ্ল্যাঞ্জ

(ঙ) ব্লাইন্ড ফ্ল্যাঞ্জ(Blind Flange):

ব্লাইন্ড ফ্ল্যাঞ্জকে কখনোও কখনোও ব্ল্যাঙ্কিং ফ্ল্যাঞ্জ বলা হয়, পাইপিং সিস্টেমে পাইপলাইন, ভালভ এবং পাম্প খালি করার জন্য বন্ধ কভার হিসাবে ব্যবহৃত হয়।



চিত্র ৪.১২: ব্লাইন্ড ফ্ল্যাঞ্জ

৪.৪ পাইপিং পদ্ধতিতে ব্যবহৃত টুলস, সরঞ্জাম ও যন্ত্রপাতি:

কারখানায় পাইপিং কার্যক্রম সম্পন্ন করতে নিম্নে পাইপিং পদ্ধতিতে ব্যবহৃত টুলস, সরঞ্জাম ও যন্ত্রপাতি ব্যবহার করা হয় তা ওপর পৃষ্ঠায় বর্ণনা করা হলো-

২০২৫

পাইপ রেঞ্চ (Pipe Wrench):

পাইপকে সংযোজন করা বা খোলার সময় এ রেঞ্জগুলো ব্যবহার করা হয়।



ক) স্টিলসন প্যাটার্ণ পাইপরেঞ্চ: এর দু'টি 'জ'-তে দাঁত কাটা থাকে। এ দাঁত থাকার জন্য সিলিন্ড্রিক্যাল কোনো বস্তুকে দৃঢ়ভাবে ধরে রাখতে পারে। পাইপের উপরিস্থ ইউনিয়ন, সকেট খোলার জন্য এ রেঞ্চ খুব উপযোগী।



খ) অ্যাডজাস্টেবল পাইপরেঞ্চ: এর দু'টি 'জ'-তে দাঁত কাটা থাকে না। 'জ' দু'টি একটি পিন দিয়ে সংযুক্ত করা থাকে। সাধারণত হেডেড যুক্ত নাট-বোল্ট খোলা-বন্ধ করার কাজে ব্যবহার করা হয়।



গ) চেইন পাইপরেঞ্চ: বড় ব্যাসের পাইপকে দৃঢ়ভাবে ধারণ করার জন্য এ রেঞ্চ ব্যবহার করা হয়।



ঘ) টর্ক রেঞ্চ : নির্ধারিত প্রস্তুতকারীর তালিকা অনুযায়ী বোল্ট টাইট করা হয়।



অভ্যন্তরীণ ফ্ল্যাঞ্জ সমতাকরণ টুলস: ফ্ল্যাঞ্জ ও পাইপ একত্রে ওয়েল্ডিং করার পূর্বে এদের মধ্যে সমতাকরণের জন্য ব্যবহৃত হয়।

ফ্ল্যাঞ্জ সমতাকরণ পিন: দু'টি ফ্ল্যাঞ্জ অংশ বোল্ট করার পূর্বে সঠিক সমতা যাচাই করে এই টুলস ব্যবহার করা হয়।



ওয়াটার হজ লেভেল: একই উচ্চতায় পাইপের গঠন সমতাকরণের জন্য ব্যবহৃত হয়।



ওয়েল্ডিং মেশিন: পাইপিং সামগ্রী জোড়া দেওয়ার কাজে উচ্চ কারেন্ট ও ইলেকট্রোড বিশিষ্ট এ মেশিন ব্যবহার করা হয়।



ফ্রেম: হেভি পাইপ এটা উপর রেখে এক স্থান থেকে অন্য স্থানে স্থানান্তর করা হয়।



নিউমেটিক পাইপ কাটিং মেশিন: বাতাসের চাপে পাইপের সারফেসের ওপর ঘুরে এ মেশিন পাইপ কাটার কাজ করে থাকে।



২০২৫

সি-ক্ল্যাম্প: ভিন্ন সমতার পাইপিং একত্রে ধরে রেখে ওয়েল্ডিং করার জন্য এটা ব্যবহার করা হয়।



সেন্টার পাঞ্চ: পাইপের সারফেসের ওপর কাটিং লাইন বরাবর মার্কিং করার জন্য এটা ব্যবহার করা হয়।



চেইন ব্লক: কোনো পাইপের ওজনের ৩০গুন ক্ষমতা বস্তুকে উত্তোলন করতে এটা ব্যবহার করা হয়।



কন্টুর মার্কার: পাইপ কাটিং এর উদ্দেশ্যে পাইপের সারফেসের উপর যেকোনো কোণে দাগ দেওয়ার কাজে ব্যবহার করা হয়।



পেন্সিল গ্রাইন্ডার: পাইপের সংকীর্ন স্থানে সারফেসে অথবা ছোট হোল পরিষ্কার করার কাজে ব্যবহৃত হয়।



পাইপ বেন্ডার: কোনো রকম টোপ বা অসামঞ্জস্য বাঁকা ছাড়াই এটার সাহায্যে পাইপকে যেকোনো কোণে বাঁকানো যায়।



পাইপ ক্লাম্প: এটার সাহায্যে পাইপ কাটিং, গ্রেডিং অথবা ওয়েল্ডিং করার জন্য দৃঢ়ভাবে আটকানো হয়।



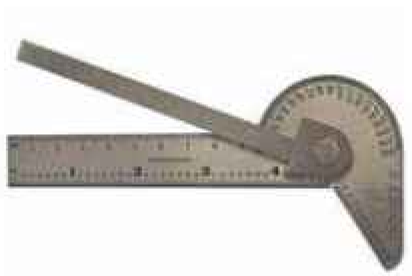
পাইপ স্ট্যান্ড: পাইপকে নির্দিষ্ট উচ্চতায় রাখতে অথবা ওয়েল্ডিং বা পাইপ ফিটিং কাজে সাপোর্ট হিসেবে ব্যবহার করা হয়।



পাইপ ভাইস: ছোট পাইপকে কাটিং, গ্রেডিং, ওয়েল্ডিং কাজে শক্তভাবে ধরে রাখতে যেকোনো স্থানে ব্যবহার করা যায়।



প্রোট্র্যাক্টর: পাইপিং তৈরিতে যেকোনো কোণে মার্কিং করতে ব্যবহার করা হয়।



স্পিরিট লেভেল: পাইপিং লে-আউট অনুযায়ী আনুভূমিক অথবা উল্লম্ব আছে কিনা তার সঠিকতা যাচাই করার জন্য ব্যবহার করা হয়।



স্টিল স্কয়্যার: দু'টি বস্তুর মধ্যে সমকোণে আছে কিনা তা পরিমাপ করার জন্য ব্যবহার করা হয়।



স্টিল টেপ: সাধারণত যেকোনো ধরনের দৈর্ঘ্য বা অন্য কিছু পরিমাপ করার জন্য ব্যবহার করা হয়।



টাওয়ার ক্রেন: এটা যেকোনো ভারী পাইপ বা যন্ত্রপাতি উত্তোলন করে এক স্থান হতে অন্য স্থানে নেওয়া হয়।



চিত্র ৪.১৩: পাইপ ফিটিংসমূহ

৪.৫ পাইপ ও পাইপ সামগ্রী

পাইপ হল একটি নলাকার অংশ বা ফাঁপা সিলিন্ডার বিশেষ যা সাধারণত তরল, গ্যাস, বায়বীয়, গুঁড়ো, ও কঠিন পদার্থ প্রবাহিত হতে পারে। পাইপ বিভিন্ন প্রকার ও আকারের হয়ে থাকে। এগুলোকে তিনটি প্রধান শ্রেণীতে ভাগ করা যায়, যেমন- ধাতব পাইপ, সিমেন্ট পাইপ ও প্লাস্টিকের পাইপ। ধাতব পাইপের মধ্যে রয়েছে ইস্পাত পাইপ, গ্যালভানাইজড আয়রন পাইপ এবং কাস্ট আয়রন পাইপ। সিমেন্ট পাইপ কংক্রিট সিমেন্ট পাইপ এবং অ্যাসবেস্টস সিমেন্ট পাইপ অন্তর্ভুক্ত।

প্রাথমিক পাইপিং উপাদানগুলির মধ্যে রয়েছে ইস্পাত পাইপ, সংযোগকারী উপাদান ফ্ল্যাঞ্জ) পাইপ বেন্ড, পাইপের এলবো, টি , স্টপ এবং শাট (স্লাইড গেট এবং ভালভ) রেগুলেটিং ভালভ-এন্ড-অফ, ড্রেন ডিভাইস, সকেট জয়েন্ট, সমর্থনকারী কাঠামো এবং হ্যাঙ্গার এবং বন্ধন উপাদান, তাপ নিরোধক।

গ্লোব ভালভ (Globe Valve): ভালভের মধ্যে এ ভালভ সবচাইতে বেশি ব্যবহার করা হয়। হ্যান্ডল ঘুরিয়ে ভালভের ভেতরে তরল ও বায়বীয় পদর্থের প্রবাহের দিক পরিবর্তন করে থাকে।

অ্যাঙ্গেল ভালভ (Angle Valve): তরল পদার্থের গমন পথ যদি সমকোণ হয় তবে স্টপ ভালভ হিসেবে এ ভালভ ব্যবহার করা হয়।

গেট ভালভ (Gate Valve): এটাকে সুইট ভালভও বলে। প্রধানত প্রবল চাপ ও উচ্চ গতিতে প্রবাহের পরিমাণ বেশি থাকার সময় ব্যবহৃত হয়।

ফ্ল্যাপ ভালভ (**Flap Valve**): চাকতির ঘূর্ণন দ্বারা নলের খোলা অবস্থা নিয়ন্ত্রণ করার জন্য ব্যবহৃত হয়। এটাকে থ্রটল ভালভও বলা হয়।

স্টপ কক (**Stop Cock**): ভালভ ঘুরানোর ফলে নল বন্ধ-খোলাকে কক বলে। ভালভের ট্যাপারের আনুমানিক মান প্রায় ১/৫ অর্থাৎ ট্যাপারের বড় ব্যাস ৫ এবং ছোট ব্যাস ১ অনুপাত সম্পন্ন হয়। ফলে ছিদ্রের আকৃতি বৃত্তকার, উপবৃত্তকার, আয়তাকার ইত্যাদি থাকে। প্রধানত লঘুচাপ ও ছোট ব্যাসের পাইপে ব্যবহৃত হয়।

চেক ভালভ (**Check Valve**): এটাকে নন-রির্টান ভালভও বলা হয়। তরল ও বায়বীয় পদার্থ শুধুমাত্র একদিকে প্রবাহ করতে এবং বিপরীত দিকে প্রবাহ রক্ষা করতে ব্যবহৃত হয়।

রিডিউসিং ভালভ (**Reducing Valve**): এটা অনেকটা থ্রোটল ভালভের মতো। তরল ও বায়বীয় পদার্থের চাপ স্বয়ংক্রিয়ভাবে প্রয়োজনীয় চাপ পর্যন্ত হ্রাস করে, হ্রাসকৃত চাপ নির্দিস্ট মাত্রায় রাখার জন্য ব্যবহৃত হয়।

সেফটি ভালভ (**Safety Valve**): এটা স্প্রীং লোডেড বা ডেড ওয়েট বা ম্যাগনেটিক পদ্ধতিতে কাজ করে। তরল ও বায়বীয় পদার্থের চাপ বেশি হয়ে স্বয়ংক্রিয়ভাবে ভালভ খুলে অতিরিক্ত তরল অথবা বায়বীয় পদার্থ বাইরে নিস্কাশন করে চাপের বৃদ্ধি প্রতিরোধ করার জন্য এটা ব্যবহৃত হয়।

৪.৬ পাইপ ফিটিংস এর শ্রেণি

ক) ফ্ল্যাঞ্জ পাইপ ফিটিংস (Flange Pipe Fittings): পাইপের ফ্ল্যাঞ্জ স্থাপন করে ফ্ল্যাঞ্জ বোল্ট দ্বারা বাঁধাই করাই ফ্ল্যাঞ্জ ফিটিংস। যখন পাইপের ব্যাস বড় থাকে, পাইপের অভ্যন্তরীন চাপ বেশি থাকে এবং মাঝে মাঝে যখন অপসারণ করা প্রয়োজন হয়, তখন এটা ব্যবহার করা হয়। ঢালাই লোহার পাইপ নির্মাণের সময় ফ্ল্যাঞ্জযুক্ত অথবা ফ্ল্যাঞ্জহীন দুইভাবে তৈরি করা হয়। মূল পাইপ অপেক্ষা এর ফ্ল্যাঞ্জ একটু বেশি পুরু হয়ে থাকে। ফ্ল্যাঞ্জ মুক্ত দু'টি পাইপকে মুখোমুখি নরম ধাতুর গ্যাসকেট বসিয়ে নাট-বোল্ট দ্বারা পরস্পর সংযুক্ত করা হয়। ফ্ল্যাঞ্জসহ পাইপ সাধারণত স্টিম, পানি, পরিশোধন ও সরবরাহ কাজে ব্যবহার করা হয়।

খ) গ্যাস পাইপ ফিটিংস (Gas Pipe Fittings): এটি পাইপের উভয় প্রান্তে থ্রেড কাটা সম্পন্ন জয়েন্ট। ঢালাই লোহা, পিতল, ব্রোঞ্জ ইত্যাদি দ্বারা উৎপন্ন করে পানি, তেল, বাস্প, বাতাস, গ্যাস ইত্যাদি সাধারণ জয়েন্ট, বুশ জয়েন্ট, বেন্ড জয়েন্ট ব্যবহৃত হয়।

গ) ফ্ল্যাঞ্জবিহীন পাইপ ফিটিংস (Without Flange Pipe Fittings): স্পিগট ও সকেট বিশিষ্ট ঢালাই লোহার পাইপ হচ্ছে ফ্ল্যাঞ্জ বিহীন পাইপ। ফ্ল্যাঞ্জ বিশিষ্ট পাইপের সংযোগ দৃঢ় হলেও এর অসুবিধা এই যে, বড় ব্যাসের বড় পাইপকে মাটির মধ্যে স্থাপন করলে ভূমির চাপ ও অসমতলতার সাথে সামঞ্জস্য রক্ষা করে অবস্থান করতে পারে না। ফলে কিছুদিন পর ঐ সংযোগ স্থলের কাছে পাইপ ফেটে অথবা ভেঙ্গে যায়।

ঘ) ইউনিয়ন সকেট ফিটিংস (Union Socket Fittings): এটা সহজে পাইপ লাইন ফিটিং অবমুক্ত করার জন্য পাইপ লাইনে ইউনিয়ন সকেট ব্যবহার করা হয়। পাইপ লাইন মেরামতের সময় লাইন খুলতে সহজ হয় ইউনিয়নকে সহজে খোলা ও যুক্ত করা যায়। এর সাহায্যে গ্যাস, স্টিম ইত্যাদি নিস্কাশন বন্ধ করা যায়। এটা সাধারণত দু'টি সমান ব্যাসের পাইপকে যুক্ত করে।

ঙ) রট আয়রন বা স্টিল পাইপের ফিটিংস (Wroght Iron or Steel Pipe Fittings): এ ধরনের ধাতুর পাইপগুলো সাধারণত সরু হয়ে থাকে এবং প্রান্তে স্ক্রু থ্রেড যুক্ত হয়। এতে যে সকল ফিটিংস ব্যবহার করা হয় তাদের মধ্যে এলবো, টী, ক্রস, রিডিউসিং টী, ১৩৫ ডিগ্রী এলবো, ওয়াই, সকেট, ক্যাপ, প্লাগ, রানিং নিপল, বুশ, নিপল ইত্যাদি উল্লেখযোগ্য।

৪.৭ পাইপ থ্রেড কাটিং এ তৈলাক্তকরণ

ট্যাপিং এর সময় ছিদ্রের মধ্যে বিভিন্ন ধাতু অনুসারে তৈল প্রয়োগ করতে হয়। এই তৈল প্রয়োগ করাকে তৈলাক্তকরণ বা লুব্রিকেশন বলা হয়। ট্যাপিং এর সময় তৈল প্রয়োগে নিম্নলিখিত সুবিধা পাওয়া যায়।

ক) কার্যবস্তুর থ্রেডের তল এবং কাটিং টুলের মধ্যে ঘর্ষণ কমিয়ে দেয়।
খ) ট্যাপ ও ডাই থ্রেড কারর ক্ষমতা দীর্ঘস্থায়ী করে।
গ) থ্রেড মসৃণ করে।
ঘ) থ্রেড কাটা সহজ হয়।
ঙ) চিপ বের হয়ে আসতে সাহায্য করে।

ট্যাপিং এর সময় ছিদ্রের মধ্যে বিভিন্ন ধাতু অনুসারে যে মসৃণকারক তেল প্রয়োগ করার প্রয়োজন, তার তালিকা নিম্নে প্রদত্ত হলো

ধাতুর নাম	মসৃণকারক তেল
কাস্ট আয়রন (সাধারণ)	আবশ্যক হয় না
কাস্ট আয়রন (খুব শক্ত)	তারপিন তেল
মাইল্ড স্টিল	কাটিং অয়েল
শক্ত স্টিল	কাটিং অয়েল
ব্রাস কিংবা ব্রোঞ্জ	আবশ্যক হয় না
অ্যালুমিনিয়াম	কেরোসিন কিংবা তারপিন তেল

থ্রেড কাটিং: ট্যাপের মাথায় যে চতুষ্কোণ অংশ আছে এর উপর রেঞ্জকে সেট করে ট্যাপকে ঘুরানো হয়। হ্যান্ড ট্যাপিং ছাড়াও লেদ মেশিনে থ্রেডের কাজ সম্পন্ন করা যায়।

ট্যাপ ড্রিল সাইজ (**Tap Drill Size**): ট্যাপিং অপারেশন করার পূর্বে থ্রেডের জন্য প্রয়োজনীয় ধাতু রেখে ড্রিলের সাহায্যে হোল বা গর্ত করতে হয়। এই গর্ত বা ছিদ্রকে ট্যাপ সাইজ বা ট্যাপ সাইজ ড্রিল বলে। ট্যাপ ড্রিল সাইজ বড় হলে থ্রেডের গভীরতা কম হবে ফলে থ্রেড সংযোগ ঢিলা হয় এবং ছোট হলে ছিদ্রের মধ্যে ট্যাপ আটকে যাবে ফলে অতিরিক্ত চাপে ট্যাপ ভেঙ্গে যেতে পারে। ট্যাপের বাহিরে মাপ থেকে থ্রেডের উভয় দিকের গভীরতার মাপ বিয়োগ করলে থ্রেডের কোর ডায়ামিটার পাওয়া যায় এবং এই মাপে ধাতুখন্ডের মধ্যে ছিদ্র করতে হয়। ট্যাপ ড্রিল সাইজ নির্ণয় করতে নিচের সূত্রাবলী ব্যবহৃত হয়।

ট্যাপ ড্রিল সাইজ, $\mathbf{T.D.S = D - P}$ অথবা $= \mathbf{D} - \frac{1.13}{\mathrm{TPI}}$ (ব্রিটিশ স্ট্যান্ডার্ড)

এখানে,

D = থ্রেড বা ট্যাপের সাইজ

TPI = থ্রেডের পিচ সংখ্যা

মেট্রিক পদ্ধতিতে সকল পরিমাপ মিলিমিটার এবং আমেরিকান ন্যাশনাল ও বিট্রিশ পদ্ধতিতে সকল পরিমাপ ইঞ্চিতে হয় ।

উদাহরণ-১

১/২ ইঞ্চি বি.এস.ডব্লিউ (**B.S.W**) থ্রেডের জন্য ট্যাপ ড্রিল সাইজ নির্ণয় কর।

সমাধান:

সাধারণ কাজের জন্য-

ট্যাপ ড্রিল সাইজ = আউট সাইড ডায়ামিটার, $\mathbf{D} - \frac{1.13}{\mathrm{TPI}}$ = ১/২ ইঞ্চি – ১.১৩/ ১২ [যেহেতু বিএসডব্লিউ থ্রেড ১২ টিপিআই থাকে]

T.D.S = ০.৫০০ – ০.০৯৪২ = ০.৪০৫৮ ইঞ্চি = ১৩/৩২ ইঞ্চি

উত্তর : সাধারণ কাজের জন্য প্রয়োজনীয় ট্রাপ ড্রিল সাইজ হবে ১৩/১২ ইঞ্চি।

উদাহরণ- ২

১২ মি.মি.ডায়ামিটার ইন্টারন্যাশনাল মেট্রিক থ্রেডের জন্য ট্যাপ ড্রিল সাইজ নির্ণয় কর।

সমাধান:

আমরা জানি ইন্টারন্যাশনাল মেট্রিক থ্রেডের গভীরতা = ০.৬৪৯৫ × পিচ [১২ মি.মি. ডায়মিটার থ্রেডের পিচ হবে ১.৭৫ মি.মি।]

অতএব, থ্রেডের গভীরতা = ০.৬৪৯৫ × ১.৭৫ = ১.১৩৩৬৬২৫ মি.মি.

ট্যাপ ড্রিল সাইজ ৭৫% হতে ৮৮% পর্যন্ত গভীরতায় থ্রেড উৎপন্ন করে।

যদি ৭৫% গভীরতা হিসাব করা হয়,

ট্যাপ ড্রিল সাইজ = বাহিরের ব্যাস – (০.৭৫ × থ্রেড্রের গভীরতা × ২) = ১২ – (০.৭৫ × ০.৬৪৯৫ × ১.৭৫ × ২) = ১০.২৯৫ মি.মি.

যদি ৮৮% গভীরতা হিসাব করা হয়,

ট্যাপ ড্রিল সাইজ = বাহিরের ব্যাস – (০.৮৮ × থ্রেড্রের গভীরতা × ২) = ১২ – (০.৮৮ × ০.৬৪৯৫ × ১.৭৫ × ২) = ১০ মি.মি.

অর্থাৎ হিসাব করলে দেখা যায়, ট্যাপ ড্রিল সাইজ উভয় সূত্রের ক্ষেত্রে তেমন কোনো তারতম্য নাই।

ডাই (**Die**)

ডাই এক প্রকার মেটাল কাটিং টুল যা গোলাকার বস্তুর বাইরের স্ক্রু-থ্রেড বা প্যাঁচ উৎপন্ন করতে ব্যবহার করা হয়। এটা হাই কার্বন স্টিল বা হাই স্পীড স্টিল দ্বারা তৈরি হয়। এর থ্রেড অংশ শক্ত ও টেম্পার করা থাকে। ডাই স্টক এর মধ্যে শক্তভাবে আটকায়ে ওয়ার্কপিসের উপর ঘুরিয়ে থ্রেড উৎপন্ন করা হয়।



চিত্র ৪.১৪: ডাই ও ডাই-স্টক

ডাই দু'ধরনের হয়ে থাকে-

ক) সলিড ডাই: এটা একটি নির্ধারিত ব্যাসের স্ক্রু-থ্রেডের তৈরি করা জন্য ব্যবহার করা হয়। এই প্রকারের ডাই সাধারণত ছোট মাপের স্ক্রু তৈরিতে বেশি ব্যবহৃত হয়। এসব ডাই দ্বারা থ্রেডের আকৃতি বা ফর্ম একসাথি পাওয়া যায়।

খ) অ্যাডজাস্টেবল ডাই: এ প্রকার ডাই এর ব্যাস কামানো বাড়ানো যায়। এই ডাইগুলো বড় ব্যাসের ওয়ার্কপিসের উপর থ্রেড কাটতে ব্যবহৃত হয়।

ব্যাবহারিক অংশ

জব ১: পাইপ কাটিং করার দক্ষতা অর্জন

পারদর্শিকতা মানদন্ড:

১. কাজের প্রয়োজন অনুযায়ী পাইপ নিবার্চন করতে পারবে;
২. ফিটিংস এর সঠিকতা যাচাই করতে পারবে;
৩.প্রয়োজন অনুযায়ী প্রকৃত পরিমাপের কার্যক্ষমতা চেক করতে পারবে;
৪.পাইপ ফিটিংসমূহ যথাস্থানে ব্যবহার ও সংরক্ষণ করতে পারবে।





চিত্র ৪.১৫: পাইপ ফিটিংসমূহ

ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম:

ক্রমিক নং	সুরক্ষা সরঞ্জামের নাম	সংক্ষিপ্ত বিবরণ	পরিমাণ
১	সেফটি সু	মানসম্মত	১ জোড়া
২	গগলস	মানসম্মত	১টি
৩	হ্যান্ড গ্লাভস	মানসম্মত	১সেট
৪	অ্যাপ্রন	সাইজ অনুযায়ী	১টি
৫	মাস্ক	সাইজ অনুযায়ী	১টি

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও টুলস :

ক্রমিক নং	যন্ত্রপাতির নাম	সংক্ষিপ্ত বিবরণ	পরিমাণ
১	ফ্ল্যাট স্ক্রু ড্রাইভার	৬ ইঞ্চি	১টি
২	ফিলিপস স্ক্রু ড্রাইভার	৬ ইঞ্চি	১টি
৩	পাইপ ভাইস	মানসম্মত	১টি
৪	হ্যাক'স	মানসম্মত	১টি
৫	পাইপ থ্রেড কাটিং ডাই	মানসম্মত	১সেট
৬	মার্কিং টুল	মানসম্মত	১টি

মালামাল

ক্রমিক নং	মালামালের নাম	সংক্ষিপ্ত বিবরণ	পরিমাণ
১	ডাস্টার ক্লথ	সুতি কাপড়ের	পরিমানমত
২	লুব ওয়েল	এস এ ই ৩০	অর্ধ লিটার
৩	WD40 (মরিচা প্রতিরোধক) স্প্রে	স্প্রে কন্টেইনার	১টি
৪	ওয়ার ব্রাশ	মানসম্মত	১টি
৫	পেইটিং ব্রাশ	মানসম্মত	১টি
৬	সিলিং কম্পাউন্ড	মানসম্মত	১টি
১	এক টুকরা পাইপ	২ ইঞ্চি	২ ফিট

কাজের ধারা

১. তালিকা অনুযায়ী যন্ত্রপাতি, ইকুইপমেন্ট ও মালামাল সংগ্রহ করো;
২. ব্যক্তিগত নিরাপত্তা সরঞ্জাম সংগ্রহ ও পরিধান করো;
৩. প্রথমে চিত্রের ন্যায় পাইপের টুকরাটি ভাইসের মধ্যে আটকাও;
৪. ভাইসের স্পিন্ডল ডান মোচড়ে ঘুরিয়ে পাইপকে মৃদু চাপে আটকাও;
৫. ৩০ ডিগ্রী কোণে সম্মুখ দিকে ঢালু করে পাইপের চিহ্নিত অংশের উপর হ্যাক'স স্থাপন করো; এ অবস্থায় শুধুমাত্র সামনের দিকে স' বার চালনা করো;
৬. এবার হ্যাক'স কে আনুভূমিক অবস্থায় রেখে প্রতি মিনিটে ৪০-৫০ বার এবং পরিমিত চাপে চালনা করো;
৭. ডান হাতকে হ্যাক'স চালনার জন্য বাঁ হাতের সাহায্যে হ্যাক'স ফ্রেমকে লম্বভাবে ধরে রাখো হবে যেন কর্তন কোনো দিকে বাঁকা কিংবা মোচড় খেতে না পারে।
৮. এভাবে পাইপ কর্তনের কাজ সম্পন্ন করো।

সতর্কতাসমূহ

- কাজ করার সময় অব্যশই পিপিই পরিধান করা।
- সঠিকভাবে টুলসের ব্যবহার নিশ্চিত করা।
- কাজের সময় অমনোযোগী না হওয়া।
- যদি বোঝতে সমস্যা হয় তবে শিক্ষক এর সহায়তা নেওয়া।
- শিক্ষক এর অনুমতি ছাড়া অন্য কোনো কাজ না করা।

বিশেষ নির্দেশনা

পাইপ কর্তনের সময় সঠিক হিসেব করে সাবধানতার সাথে ব্যাবহারিক কার্য সম্পাদন করতে পারবে।

অর্জিত দক্ষতা

জবটি সম্পন্ন করে দক্ষতার সাথে পাইপ কর্তন কার্য সম্পাদন করতে পারবে।

জব ২: জি আই পাইপে স্ট্যান্ডার্ড পাইপ থ্রেড কাটার দক্ষতা অর্জন

পারদর্শিকতা মানদন্ড

১) কাজের প্রয়োজন অনুযায়ী পাইপ নির্বাচন করতে পারবে;
২) ফিটিংস এর সঠিকতা যাচাই করতে পারবে;
৩) প্রয়োজন অনুযায়ী প্রকৃত পরিমাপের কার্যক্ষমতা চেক করতে পারবে;
৪) পাইপ ফিটিংসমূহ যথাস্থানে ব্যবহার ও সংরক্ষণ করতে পারবে।

ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম

ক্রমিক নং	সুরক্ষা সরঞ্জামের নাম	সংক্ষিপ্ত বিবরণ	পরিমাণ
১	সেফটি সু	মানসম্মত	১ জোড়া
২	গগলস	মানসম্মত	১টি
৩	হ্যান্ড গ্লাভস	মানসম্মত	১ সেট
৪	অ্যাপ্রন	সাইজ অনুযায়ী	১টি
৫	মাস্ক	সাইজ অনুযায়ী	১টি

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও টুলস :

ক্রমিক নং	যন্ত্রপাতির নাম	সংক্ষিপ্ত বিবরণ	পরিমাণ
১	ফ্লাট স্ক্রু ড্রাইভার	৬ ইঞ্চি	১টি
২	ফিলিপস স্ক্রু ড্রাইভার	৬ ইঞ্চি	১টি
৩	পাইপ ভাইস	মানসম্মত	১টি
৪	হ্যাক'স	মানসম্মত	১টি
৫	পাইপ থ্রেড কাটিং ডাই	মানসম্মত	১ সেট
৬	মার্কিং টুল	মানসম্মত	১টি

মালামাল

ক্রমিক নং	মালামালের নাম	সংক্ষিপ্ত বিবরণ	পরিমাণ
১	ডাস্টার ক্লথ	সুতি কাপড়ের	পরিমানমত
২	লুব ওয়েল	এস এ ই ৩০	অর্ধ লিটার
৩	WD40 (মরিচা প্রতিরোধক) স্প্রে	স্প্রে কন্টেইনার	১টি
৪	ওয়্যার ব্রাশ	মানসম্মত	১টি
৫	পেইন্টিং ব্রাশ	মানসম্মত	১টি
৬	সিলিং কম্পাউন্ড	মানসম্মত	১টি
৭	এক টুকরা পাইপ	২ ইঞ্চি	২ ফিট



চিত্র ৪.১৬: পাইপ ফিটিংসমূহ

কাজের ধারা

১) তালিকা অনুযায়ী যন্ত্রপাতি, ইকুইপমেন্ট ও মালামাল সংগ্রহ করো;
২) ব্যক্তিগত নিরাপত্তা সরঞ্জাম সংগ্রহ ও পরিধান করো;
৩) পাইপের থ্রেড কাটিং অ্যাডজাস্টমেন্ট লিভার সাহায্যে ঘুরিয়ে উপরের চিহ্নিত পরিমাপক সংখ্যাসমূহের প্রয়োজনীয় সংখ্যাটিকে প্লেটের চিহ্নিত দাগের সাথে মিলাও;
৪) ওভার সাইজ প্যাঁচ কাটতে হলে প্রয়োজনীয় মাপের সংখ্যাটিকে সামান্য আগে রেখে, আন্ডার সাইজের ক্ষেত্রে মার্কের পরে রেখে সেট করো;
৫) ভাইসের স্পিন্ডাল হ্যান্ডেল ঘুরিয়ে পাইপকে আটকে রাখো;
৬) সেলফ সেন্টারিং পাইপ এর 'জ'সমূহকে ফাঁকা করো;
৭) এক হাতে ডাইস্ট্যাকের হ্যান্ডেল ধরতে হবে। অন্য হাতের সাহায্যে ঠেলে ডাইকে সঠিকভাবে পাইপের প্রান্তে লাগাও;
৮) অ্যাডজাস্টিং লিভারের সাহায্যে সেলফ সেন্টারিং পাইপ অ্যাডজাস্ট করো যেন স্ট্যাক সঠিকভাবে স্লাইড করো;
৯) পাইপের যে অংশের প্যাঁচ কাটতে হবে সেই অংশকে কাটিং তেলে সিক্ত করো;
১০) পাইপের মেরুরেখার সাথে হ্যান্ডেলদ্বয়ের লম্বিক অবস্থানে সঠিক রেখে এবং ডাইস্টককে ঠেলে রাখার জন্য ঘড়ির কাটার অনুকূলে হ্যান্ডেল ঘুড়াও;
১১) যখন ডাইয়ের প্যাঁচ পাইপকে পুরোপুরি ধরেছে বলে মনে হবে তখন পাইপ বন্ধ করো;
১২) পরিমিত দৈর্ঘ্য পর্যন্ত প্যাঁচ কাটা হলে ঘড়ির কাটার আবর্তনে উল্টা দিকে ডাইস্টক সতর্কতার সাথে অপসারণ করো;
১৩) ডাইস্টক অপসারণের পর শক্ত ওয়্যার ব্রাশের সাহায্যে প্যাঁচ পরিষ্কার করো;

সতর্কতাসমূহ

- কাজ করার সময় অব্যশই পিপিই (PPE) পরিধান করা;
- সঠিকভাবে টুলসের ব্যবহার নিশ্চিত করা;
- কাজের সময় অমনোযোগী না হওয়া;
- যদি বোঝতে সমস্যা হয় তবে শিক্ষকের সহায়তা নেওয়া;
- শিক্ষকের অনুমতি ছাড়া অন্য কোনো কাজ না করা।

বিশেষ নির্দেশনা

পাইপ কর্তনের সময় সঠিক হিসেব করে সাবধানতার সাথে ব্যবহারিক কার্য সম্পাদন করতে পারবে।

অর্জিত দক্ষতা

জবটি সম্পন্ন করে দক্ষতার সাথে পাইপ প্যাচ কায সম্পাদর্ন করতে পারবে।

জব ৩: পাইপ ফিটিং করার দক্ষতা অর্জন

পারদর্শিকতা মানদন্ড

১) কাজের প্রয়োজন অনুযায়ী পাইপ নির্বাচন করতে পারবে;
২) ফিটিংস এর সঠিকতা যাচাই করতে পারবে;
৩) প্রয়োজন অনুযায়ী প্রকৃত পরিমাপের কার্যক্ষমতা চেক করতে পারবে;
৪) পাইপ ফিটিংসমূহ যথাস্থানে ব্যবহার ও সংরক্ষণ করতে পারবে।

ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম

ক্রমিক নং	সুরক্ষা সরঞ্জামের নাম	সংক্ষিপ্ত বিবরণ	পরিমাণ
১	সেফটি সু	মানসম্মত	১জোড়া
২	গগলস	মানসম্মত	১টি
৩	হ্যান্ড গ্লাভস	মানসম্মত	১সেট
৪	অ্যাপ্রন	সাইজ অনুযায়ী	১টি
৫	মাস্ক	সাইজ অনুযায়ী	১টি

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও টুলস :

ক্রমিক নং	যন্ত্রপাতির নাম	সংক্ষিপ্ত বিবরণ	পরিমাণ
১	ফ্লাট স্ক্রু ড্রাইভার	৬ ইঞ্চি	১টি
২	ফিলিপস স্ক্রু ড্রাইভার	৬ ইঞ্চি	১টি
৩	পাইপ ভাইস	মানসম্মত	১টি
৪	হ্যাক'স	মানসম্মত	১টি
৫	পাইপ থ্রেড কাটিং ডাই	মানসম্মত	১সেট
৬	মার্কিং টুল	মানসম্মত	১টি

মালামাল:

ক্রমিক নং	মালামালের নাম	সংক্ষিপ্ত বিবরণ	পরিমাণ
১	ডাস্টার ক্লথ	সুতি কাপড়ের	পরিমানমত
২	লুব ওয়েল	এস এ ই ৩০	অর্ধ লিটার
৩	WD40 (মরিচা প্রতিরোধক) স্প্রে	স্প্রে কন্টেইনার	১টি
৪	ওয়ার ব্রাশ	মানসম্মত	১টি
৫	পেইন্টিং ব্রাশ	মানসম্মত	১টি
৬	সিলিং কম্পাউন্ড	মানসম্মত	১টি
৭	পাইপ ফিটিংস	৯০° এলবো	২ টি
৮	এক টুকরা পাইপ	২ ইঞ্চি	২ ফিট ৪.৫ ইঞ্চি



চিত্র ৪.১৭: পাইপ ফিটিংসমূহ

কাজের ধারা

১) তালিকা অনুযায়ী যন্ত্রপাতি, ইকুইপমেন্ট ও মালামাল সংগ্রহ করো;

২) ব্যক্তিগত নিরাপত্তা সরঞ্জাম সংগ্রহ ও পরিধান করো;

৩) ২ ফিট ৪.৫ ইঞ্চি লম্বা একটি পাইপ নিয়ে পাইপের দুই প্রান্তে দুটি ৯০ ডিগ্রী এলবো সংযোজন করো;

৪) এলবো সংযোজন করার ফলে প্রকৃত পাইপের লম্বা কতটুকু হবে তা নির্ণয় করো;

৫) এলবো কেন্দ্র রেখা হতে প্রান্ত পর্যন্ত দূরত্বকে F-C = ২ inch এবং এলবো মধ্যে প্যাঁচ অংশ (Thread engagement) TE = ৭/৮ inch নিশ্চিত করো;

৬) এলবো কেন্দ্র রেখা হতে ভিতরের থ্রেডের শেষ অংশ পর্যন্ত দূরত্বকে ফিটিং এলাওয়েন্স বা FA = FC – TE = ২" – ৭/৮'' = ১.১২৫ inch নিশ্চিত করো;

৭) পাইপসহ এলবো কেন্দ্র রেখা হতে অন্য এলবো কেন্দ্র রেখা পর্যন্ত মোট দূরত্ব CC = ২ feet ৪.৫ inch নিশ্চিত করো;

৮) প্রকৃত পাইপের লম্বা অর্থাৎ EE = CC – ২(FA) = ২'৪.৫" – ১.১২৫" – ১.১২৫" = ২'২.২৫" নিশ্চিত করো;

৯) এভাবে ফিটিংস লাগানোর আগে হিসেব করে পাইপ কর্তন করে সেটিং করো :

১০) পরবর্তীতে পাইপসহ একটি নিপল ও একটি এলবো সংযোজন করে সেটিং করো;

সতর্কতাসমূহ:

- কাজ করার সময় অব্যশই পিপিই (PPE) পরিধান করা;
- সঠিকভাবে টুলসের ব্যবহার নিশ্চিত করা;
- কাজের সময় অমনোযোগী না হওয়া;
- যদি বোঝতে সমস্যা হয় তবে শিক্ষক এর সহায়তা নেওয়া;
- শিক্ষক এর অনুমতি ছাড়া অন্য কোনো কাজ না করা।

বিশেষ নির্দেশনা:

পাইপ কর্তনের সময় সঠিক হিসেব করে সাবধানতার সাথে ব্যবহারিক কার্য সম্পাদন করতে পারবে।

অর্জিত দক্ষতা:

জবটি সম্পন্ন করার ফলে দক্ষতার সাথে ফিটিং কার্য সম্পাদন করতে পারবে।

জব ৪: ড্রয়িং অনুযায়ী বিভিন্ন জয়েন্ট ব্যবহার করে পাইপ ফিটিং করার দক্ষতা অর্জন:

পারদর্শিকতা মানদন্ড:

১) কাজের প্রয়োজন অনুযায়ী পাইপ নির্বাচন করতে পারবে;
২) ফিটিংস এর সঠিকতা যাচাই করতে পারবে;
৩) প্রয়োজন অনুযায়ী প্রকৃত পরিমাপের কার্যক্ষমতা চেক করতে পারবে;
৪) পাইপ ফিটিংসমূহ যথাস্থানে ব্যবহার ও সংরক্ষণ করতে পারবে;

ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম:

ক্রমিক নং	সুরক্ষা সরঞ্জামের নাম	সংক্ষিপ্ত বিবরণ	পরিমাণ
১	সেফটি সু	মানসম্মত	১ জোড়া
২	গগলস	মানসম্মত	১টি
৩	হ্যান্ড গ্লাভস	মানসম্মত	১ সেট
৪	অ্যাপ্রন	সাইজ অনুযায়ী	১টি
৫	মাস্ক	সাইজ অনুযায়ী	১টি

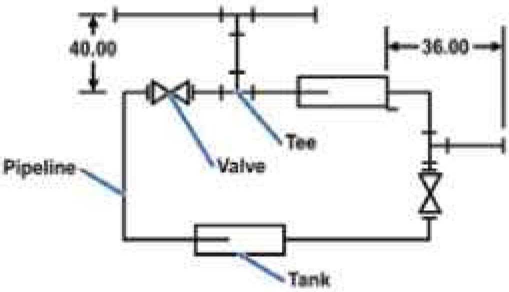
প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি (টুলস):

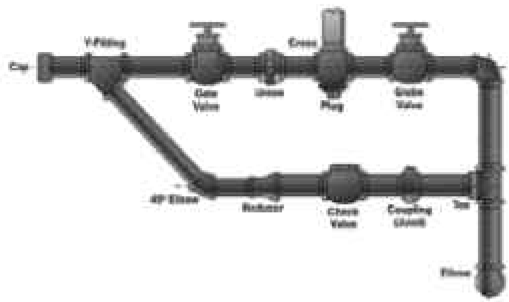
ক্রমিক নং	যন্ত্রপাতির নাম	সংক্ষিপ্ত বিবরণ	পরিমাণ
১	ফ্লাট স্ক্রু ড্রাইভার	৬ ইঞ্চি	১টি
২	ফিলিপস স্ক্রু ড্রাইভার	৬ ইঞ্চি	১টি
৩	পাইপ ভাইস	মানসম্মত	১টি
৪	হ্যাক'স	মানসম্মত	১টি
৫	পাইপ থ্রেড কাটিং ডাই	মানসম্মত	১সেট
৬	**মার্কিং টুল**	**মানসম্মত**	১টি

মালামাল:

ক্রমিক নং	মালামালের নাম	সংক্ষিপ্ত বিবরণ	পরিমাণ
১	ডাস্টার ক্লথ	সুতি কাপড়ের	পরিমানমত
২	লুব ওয়েল	এস এ ই ৩০	অর্ধ লিটার
৩	WD40 (মরিচা প্রতিরোধক) স্প্রে	স্প্রে কন্টেইনার	১টি
৪	ওয়ার ব্রাশ	মানসম্মত	১টি
৫	পেইন্টিং ব্রাশ	মানসম্মত	১টি
৬	সিলিং কম্পাউন্ড	মানসম্মত	১টি
৭	পাইপ ফিটিংস	৯০° এলবো	২ টি
৮	এক টুকরা পাইপ	২ ইঞ্চি	২ ফিট ৪.৫ ইঞ্চি

ড্রয়িং:





নিজে করো–

অনুশীলনী-৪

অতি সংক্ষিপ্ত উত্তর প্রশ্ন:

১। পাইপ বলতে কি বোঝায়?

২। পদার্থের উপর ভিত্তি করে পাইপকে কত ভাগে ভাগ করা যায় ও কী কী?

৩। নিপল কি কাজে ব্যবহার করা হয়?

৪। পাইপ জোড়া কত প্রকার? যেকোনো দু'টি জোড়ার নাম লেখ।

৫। বেন্ড কোথায় ব্যবহার করা হয়?

সংক্ষিপ্ত উত্তর প্রশ্ন:

১। রিডিউসিং ও সেফটি ভালভের মধ্যে পার্থক্য লেখ।

২। পাইপিং পদ্ধতিতে ব্যবহৃত টুলস এর নাম লেখ।

৩। কোন কোন মেটারিয়্যাল এর জন্য কোন ধরনের লুবঅয়েল ব্যবহার করা হয়?

৪। টেপ কাটিং এর সময়ে লুব অয়েল ব্যবহারের সুবিধা কি ?

৫। পাইপ ফিটিং এর শ্রেণি বিন্যাস করো।

রচনামূলক প্রশ্ন:

১। ডাই কাটিং এর কার্যপদ্ধতি আলোচনা করো।

২। বিভিন্ন ধরনের ফ্ল্যাঞ্জ আলোচনা করো।

পঞ্চম অধ্যায়

কুল্যান্ট ও লুব্রিকেন্ট

Coolant and Lubricant





রিক্সা আমাদের প্রিয় বাহন। অনেক সময় এই প্রিয় বাহনটি চলার সময় লক্ষ্য করি রিক্সার ড্রাইভার অনেক চেষ্টা করেও কাঙ্খিত গতিতে রিক্সা চালাতে পারে না। আবার কোনো কোনো সময় বিরক্তিকর শব্দ হয়। তখন রিক্সার ড্রাইভার কে প্রশ্ন করি, ভাই শব্দ কিসের? ড্রাইভার বলেন আজ গিয়ারে এবং চেইনে তেল দেওয়া হয় নাই তাই শব্দ হচ্ছে এবং রিক্সায় গতি পাই না। তেল দেওয়া থাকলে রিক্সায় শব্দ হত না এবং রিক্সায় সুসমগতি পেত। এখন আমরা বলতে পারি একটি ঘুর্ণায়মান বস্তু এবং একটি স্থির বস্তুর মাঝে অথবা দুই বা ততোদিক ঘুর্ণায়মান যন্ত্রাংশের অংশে ঘর্ষনে তাপ ও শব্দ উৎপন্ন হয় এবং যন্ত্রাংশ ক্ষয়প্রাপ্ত হয়। তাই তাপ ও শব্দ নিয়ন্ত্রণ করার জন্য পিচ্ছিলকারক পদার্থ প্রয়োগ করা হয়। ফলে তাপ ও শব্দ কমে, মেশিনটির আয়ু বৃদ্ধি পায়, কাজটি সুষম হয়। কাটিং তরলগুলি মেশিন প্রক্রিয়াকে শীতল ক্রিয়া এবং তৈলাক্তকরণ করতে সহায়তা প্রদান করে। কাটিং তরল নির্বাচন এবং প্রয়োগের জন্য ফাংশন, বৈশিষ্ট্য, শ্রেণিবিভাগ এবং নির্দেশিকা এই অধ্যায়ে বিশদভাবে আলোচনা করা হয়েছে।

এ অধ্যায় শেষে আমরা

- কুল্যান্ট ও লুব্রিকেটিং সরঞ্জাম চিহ্নিত করতে পারব;
- কুল্যান্ট ও লুব্রিকেটিং সরঞ্জাম ব্যবহার করতে পারব;
- টুলস, ইন্সট্রুমেন্ট, ইকুইপমেন্ট ও মেশিনসমূহে লুব্রিকেটিং করতে পারব;
- কুল্যান্ট ও লুব্রিক্যান্ট সংরক্ষণ করতে পারব;
- কাজের শেষে কার্যস্থান পরিষ্কার পরিচ্ছন্ন ও মালামাল যথাস্থানে সংরক্ষণ করতে পারব;

উল্লেখিত শিখনফলগুলো অর্জনের লক্ষ্যে এই অধ্যায়ে আমরা দু'টি জব সম্পন্ন করব। এই জবের গুলোর মাধ্যমে কুল্যান্ট ও লুব্রিকেন্ট এর অর্ন্তভুক্ত সরঞ্জাম, টুলস, ইকুইপমেন্ট, উপকরণ চিহ্নিতকরণ, নির্বাচন এবং ব্যবহার পদ্ধতি সম্পর্কে দক্ষতা অর্জন করতে পারব।

৫.১ লুব্রিক্যান্ট পরিচিতি

কোনো ঘুর্ণয়মান যন্ত্র বা যন্ত্রাংশের মধ্যে যে তরল বা সলিড পদার্থ ব্যবহার করা হয় তাকে লুব্রিকেন্ট বলে। লুব্রিকেন্ট হল এমন একটি পদার্থ যা পরস্পর এর উপর ক্রিয়াশীল পৃষ্ঠের মধ্যে ঘর্ষণ এবং ক্ষয় কমিয়ে কঠিন বস্তুর আপেক্ষিক গতির সুবিধার্থে ব্যবহৃত হয়। লুব্রিকেন্ট বা তৈলাক্তকরণ হল পৃষ্ঠের মধ্যে একে অপরের সাপেক্ষে চলমান স্পর্শ পৃষ্ঠের মধ্যে ঘর্ষণ হ্রাস করা, কম শিয়ার শক্তি প্রবর্তন করা।

৫.২ বিভিন্ন প্রকার লুব্রিক্যান্ট

সচরাচর চার ধরনের লুব্রিক্যান্ট পাওয়া যায়, যথা-তরল (liquid),কঠিন (solid), অর্ধ-কঠিন (semi - solid) ও গ্যাসীয় (gasious)।

১। তরল (Liquid): মবিল ও গিয়ারওয়েল
২। কঠিন (Solid): গ্রাফাইড ও বোরিক পাউডার
৩। অর্ধ-কঠিন (Semi - Solid): গ্রীজ, ভ্যাসলিন ও তেল-চর্বি জাতীয় পদার্থ
৪। গ্যাসীয় (Gasious): বাতাস (Air) নাইট্রোজেন, অক্সিজেন ও হিমিয়াম

৫.৩ লুব্রিক্যান্ট এর প্রয়োগক্ষেত্র

পিস্টন, পাম্প, ক্যাম, বিয়ারিং, টারবাইন, গিয়ার, রোলার চেইন, কাটিং টুল ইত্যাদির মতো যান্ত্রিক সিস্টেমের সঠিক ক্রিয়াকলাপের জন্য তৈলাক্তকরণ প্রয়োজন। তৈলাক্তকরণ না থাকলে নিকটবর্তী পৃষ্ঠের মধ্যে চাপ ও তাপ উৎপন্ন করবে। ফলে পৃষ্ঠগুলিকে একসাথে লেগে থেতলিয়ে যেতে পারে। অর্থাৎ বলা যায় উক্ত পৃষ্ঠতলে ক্ষতি হতে পারে। পিস্টন ও সিলিন্ডারের ওয়ালের মাঝে ওয়েল ফিল্ম সিল করে দেয়, ফলে দহন প্রকোষ্ঠে উৎপন্ন গ্যাস ক্র্যাঙ্ককেসে প্রবেশ করতে বাধা দেয়।

চাপযুক্ত তৈলাক্তকরণের জন্য একটি তেল পাম্প এবং একটি তেল ফিল্টার প্রয়োজন হয়, যা একটি ইঞ্জিনের বিভিন্ন অংশে তৈলাক্তকরণের করে থাকে। যেখানে চাপযুক্ত ফিডের প্রয়োজন হয় না সেখানে স্প্ল্যাশ পদ্ধতিতে লুব্রিকেশন করা হয়ে থাকে।

৫.৪ লুব্রিক্যান্ট ব্যবহার ও প্রয়োজনীয়তা

লুব্রিকেন্ট বা পিচ্ছিলকরণ তেল তরল, কঠিন, বা প্লাস্টিক পদার্থ হতে পারে। তেল সিন্থেটিক, উদ্ভিজ্জ, খনিজ ভিত্তিক বা এগুলির সংমিশ্রণ যা পরিবেশ ও কাজের উপযোগী উপর নির্ধারন করে পিচ্ছিলকরণ তেল ব্যবহার করা হয়। যেখানে চরম অবস্থা অর্থাৎ চাপ ও তাপমাত্রা বেশী সেখানে সিন্থেটিক তেল, পরিবেশ বান্ধব এর ক্ষেত্রে উদ্ভিজ তেল ব্যবহার করা হয়। যে পরিবেশে তাপমাত্রা চরমে পৌঁছায় ঠান্ডা হতে গরম, সেখানে তেলের সান্দ্রতার পরিবর্তন ঘটে। তাপমাত্রা বৃদ্ধির ফলে সান্দ্রতা বাড়ে এবং ঠান্ডা অবস্থায় সান্দ্রতা কমে। পিচ্ছিলকরণ তেলে অ্যাডিসিভস (adhesives) যুক্ত করে তেলের বৈশিষ্ট্য বৃদ্ধি করা হয়। তেলের ধরনের উপর নির্ভর করে অ্যাডিটিভের পরিমাণ নির্ধারন করা হয়।

তৈলাক্তকরণ হল ঘর্ষণ এবং চলমান পৃষ্ঠের মধ্যে ঘর্ষণ-হ্রাসকারী ফিল্মের প্রবর্তনের মাধ্যমে ক্ষয় নিয়ন্ত্রণ করা হয়। যন্ত্রাংশ ক্ষয়ের অপদ্রব্যসমূহ তেলের সাথে মিশে ওয়েল সাম্প-এ যায় পরে সঞ্চালনের সময় ফিল্টার হয়ে পাম্পের মাধ্যমে প্রেরণ করা হয়।

লুব্রিকেন্টের প্রাথমিক কাজগুলি হল

ক) ঘর্ষণ কমানো;
খ) ক্ষয় প্রতিরোধ করা;
গ) মরিচা থেকে সরঞ্জাম রক্ষা করা;
ঘ) তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ করা;
ঙ) দুষণ নিয়ন্ত্রণ করা;
চ) পাওয়ার স্থানান্তর হিসেবে কাজ করা;
ছ) তরলের সীল প্রদান করা ইত্যাদি।

৫.৫ ভাল লুব্রিক্যান্ট এর বৈশিষ্ট

লুব্রিকেন্টের বৈশিষ্ট্যগুলি উপস্থাপন করা হল
ক) ভোলাটিলিটি

এটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় লুব্রিকেন্টের বাষ্পীভূত হওয়ার ক্ষমতাকে বোঝায় মেশিনের কাজের সময় তাপমাত্রা বেশি হলে, লুব্রিকেন্ট বাষ্পীভূত হতে শুরু করে ফলে লুব্রিকেন্টের বৈশিষ্ট্যগুলি নষ্ট হয়ে যায়। একটি ভাল লুব্রিকেন্ট সবসময় কম উদ্বায়ীতা বা ভোলাটিলিটি থাকা উচিত।

খ) এডিসিভিটি :

দুটি পৃষ্ঠকে একে অপরের থেকে আলাদা রাখার জন্য বেশিরভাগ লুব্রিকেন্টের ধাতব পৃষ্ঠে আটকে থাকার বৈশিষ্ট্য রয়েছে। একটি ভাল লুব্রিকেন্ট পৃষ্ঠে লেগে থাকার বৈশিষ্ট্য থাকা প্রয়োজন।

গ) অয়েলনেস:

যখন লুব্রিকেন্ট উচ্চ চাপের শিকার হয় তখন দুটি চলমান ধাতব পৃষ্ঠের মধ্যে তেলের একটি ফিল্ম তৈরি হয়। ভাল লুব্রিকেটিং তেলের বৈশিষ্ট্য হল চাপ বেশি হলেও পৃষ্ঠে লেগে থাকা।

ঘ) ফ্ল্যাশ পয়েন্ট:

এটি সেই তাপমাত্রা যেখানে লুব্রিকেটিং তেল-এ শিখা **ধরার** পরে স্বতঃস্ফূর্তভাবে জ্বলতে **থাকে**। একটি ভাল লুব্রিকেন্টের উচ্চ ফ্ল্যাশ পয়েন্ট থাকা বাঞ্ছনীয়।

ঙ) ফায়ার পয়েন্ট:

এটি সর্বনিম্ন তাপমাত্রায় বাষ্পে আগুন ধরে যায় এবং যদি শিখাটি আনা **ফলে** ক্রমাগত জ্বলতে শুরু করে। একটি ভাল লুব্রিকেন্টের উচ্চ ফায়ার পয়েন্ট থাকা বাঞ্ছনীয়।

চ) সারফেস টেনসাইল:

এটি সমন্বিত শক্তির কারণে লুব্রিকেন্ট উপরের পৃষ্ঠে বুদবুদ তৈরি করে। একটি ভাল লুব্রিকেন্ট বুদবুদ গঠন কম হয়।

৫.৬ কুল্যান্ট:

কোন ধাতব বস্তু কর্তনের সময় যে তরল ব্যবহার করা হয় তাকে কুল্যান্ট বলে। কুল্যান্ট হচ্ছে মেশিনিং গ্রাইন্ডিং, মিলিং এবং টার্নিং কার্যক্রমের একটি পদ্ধতি। এটা টুলের আয়ু বাড়াতে সাহায্য করে এবং মেশিং করা অংশগুলির একটি উন্নত পৃষ্ঠের ফিনিস প্রদান করে। মেশিং এবং অপারেশনের উপর ভিত্তি করে কুল্যান্ট নির্বাচন ও শ্রেণি বিভাগ করা হয়ে থাকে।

কুল্যান্ট কাটিং টুলের উৎপন্ন তাপকে কমাতে সাহয্য করে। কাটিং টুলের জীবনিশক্তি বাড়ায়। কার্য বস্তুতে মরিচা পড়তে বাধা দেয়। কাটার গতিকে সহজ করে। কাটিং ফ্লুইড একটি তরল যা বিশেষত ঠান্ডা, তৈলাক্তকরণ, মরিচা প্রতিরোধ, বা চিপ ফ্লাশ করার জন্য একটি মেশিন মেটাল-কাটিং অপারেশনে বা অন্যান্য ধাতব কাজের ক্রিয়াকলাপে বিশেষ প্রভাবের জন্য ব্যবহৃত হয়।

৫.৭ বিভিন্ন প্রকার কুল্যান্ট:

চার ধরনের কুল্যান্ট বা কাটিং ফ্লুইড হয় যেমন-

1. Soluble Coolant
2. Neat Coolant
3. Synthetic Coolant
4. Solid Coolant

কাটিং ফ্লুইড এর বৈশিষ্ট্য:

- কম সান্দ্রতা
- অপারেটরের জন্য ক্ষতিকর মুক্ত
- ভাল স্বচ্ছতা
- নিম্ন পৃষ্ঠটান
- ভাল লুব্রিকেটিং বৈশিষ্ট্য
- ফেনা গঠন হওয়া
- গন্ধহীন হওয়া
- রাসায়নিকভাবে নিষ্ক্রিয় হওয়া
- উচ্চ তাপ শোষণ ক্ষমতা
- উচ্চ তাপমাত্রায় স্থিতিশীল হওয়া
- উচ্চ ফ্ল্যাশ পয়েন্ট থাকা
- উচ্চ তাপ পরিবাহিতা গুণ থাকা

৫.৮ ধাতু ও অপারেশন ভেদে কুল্যান্ট নির্বাচন:

হাই-স্পিড স্টিল (HSS) **টুলস** আবিষ্কৃত হওয়ার আগে, কাটিং তরল নির্বাচন করতে কোনো সমস্যা ছিল না, কুল্যান্ট হিসাবে পানি ব্যবহার করা হতো কারণ মেশিনিং প্রক্রিয়া অনেক ধীর গতি ছিল। কিন্তু এইচ এস এস টুলস আবিষ্কৃত হওয়ার পরে উচ্চ গতির মেশিনিংয়ের কারণে উৎপন্ন তাপ বেশি হওয়ায় পানির ব্যবহার উপযুক্ত ছিল না। সুতরাং, বিভিন্ন মেশিনিং প্রক্রিয়া জন্য বিভিন্ন উপকরণ দিয়ে কাটিং তরল তৈরি করা হয়।

মেশিনিং প্রক্রিয়ায় কাটিং তরল নির্বাচন বিভিন্ন কারণের উপর নির্ভর করে। কাটিং তরল নির্বাচন এর প্রধান কারণ বিস্তারিত আলোচনা করা হলো।

২০২৫

ক) মেশিনিং প্রক্রিয়ার ধরণ:

সাধারণত, ভারি মেশিনিং প্রক্রিয়া যেমন ব্রোচিং বা ট্যাপ দিয়ে থ্রেড তৈরি করার জন্য ভারী কাটিং তেলের প্রয়োজন হয়। অনুভূমিক ব্রোচিংয়ে ভারী কাটিং তেল ব্যবহার করতে হয় তবে ভার্টিক্যাল ব্রোচিং প্রক্রিয়াতে ইমালশন ব্যবহার করা যেতে পারে। থ্রেডিং এবং ড্রিলিং প্রক্রিয়ার জন্য কাটিং তরলে বৈশিষ্ট্য বেশ গুরুত্বপূর্ণ।

খ) ওয়ার্কপিস উপাদান:

কাটিং তরল নির্বাচনের জন্য অন্য ফ্যাক্টর workpiece উপাদান যা ঢালাই লোহা বা ঢালাই গ্রুপের উপাদানগুলি মেশিনিং করার সময় ছোট চিপগুলি তৈরি করে খুব বেশি ঘর্ষণ সৃষ্টি করে না। তাই তরল ইমালসন ব্যবহার করা উচিত কারণ এটি পৃষ্ঠের ফিনিস বাড়ায় এবং ঘনত্ব ১০ থেকে ১৫ শতাংশের মধ্যে রাখা উচিত। ইস্পাত এবং স্টেইনলেস স্টিল ওয়ার্কপিস উপাদানের জন্য, উচ্চ চাপ কাটিং তেল ব্যবহার করা উচিত। ইস্পাত সংকর মেশিনিং এর জন্য পানিভিত্তিক কাটিং তরল ব্যবহার করা হয় কারণ এ কাটিং তরল তাপ প্রতিরোধী।

গ) কাটিং টুলের উপাদান:

কুল্যান্ট নির্বাচনের জন্য আরেকটি ফ্যাক্টর কাটিং টুল উপাদান। যে কোন ধরণের মেটাল কাটার জন্য উচ্চ-গতির ইস্পাত কাটিং টুল ব্যবহার করা হয়। এইচ এস এস কাটিং **টুলের** ক্ষেত্রে পানি বিহীন তরল ব্যবহার করা হয়। টাংস্টেন কার্বাইডের জন্য কাটিং ফ্লুইডের বৈশিষ্ট্যগুলি বেশ গুরুত্বপূর্ণ কারণ এটির অনুপস্থিতিতে উচ্চ তাপ উৎপন্ন হয়।

নিচে বিভিন্ন মেটালের জন্য কুল্যান্টের ব্যবহারের চার্ট দেওয়া হল:

মেটালের নাম	ড্রিলিং প্রক্রিয়া	টার্নিং প্রক্রিয়া
অ্যালুমিনিয়াম	দ্রবনীয় তেল, কেরোসিন	দ্রবনীয় তেল
ব্রাস	শুষ্ক দ্রবনীয় তেল, মিনারেল তেল, চর্বি	দ্রবনীয় তেল
ব্রোঞ্জ	শুষ্ক দ্রবনীয় তেল, মিনারেল তেল, চর্বি	দ্রবনীয় তেল
কাস্ট আয়রন	শুষ্ক ফিনকি বাতাস	শুষ্ক বাতাস
কপার বা তামা	শুষ্ক দ্রবনীয় তেল, মিনারেল তেল, চর্বি	দ্রবনীয় তেল
সাধারন স্টীল	শুষ্ক দ্রবনীয় তেল, মিনারেল তেল, চর্বি, সালফারাইজড তেল	দ্রবনীয় তেল
স্টীল অ্যালয়	শুষ্ক দ্রবনীয় তেল, মিনারেল তেল, চর্বি, সালফারাইজড তেল	দ্রবনীয় তেল

৫.৯ কুল্যান্ট এর প্রয়োগক্ষেত্র

কাটিং তরল বিভিন্ন উদ্দেশ্যে ব্যবহার করা যেতে পারে। নিচে কিছু ব্যবহার এর তালিকাভুক্ত করা হলো:

১) কুল্যান্ট হিসাবে ব্যবহৃত

কাটিং তরল এর প্রধান ফাংশন হল টুল এবং ওয়ার্কপিস ঠান্ডা করা। টুল এবং ওয়ার্কপিস ঠান্ডা করার মাধ্যমে আমরা টুলের ক্ষয়, টুলের তাপীয় প্রসারণ এবং পৃষ্ঠতলের ফিনিস ভালো পেতে পারি।

২) তৈলাক্তকরণের জন্য ব্যবহৃত

কাটিং তরলও তৈলাক্তকরণের জন্য ব্যবহার করা হয়। তৈলাক্তকরণের মাধ্যমে চিপস এবং অন্যান্য দূষক সহজেই ওয়ার্কপিস থেকে সরানো যেতে পারে।

৩) মেশিনিং এলাকা পরিষ্কার করার জন্য ব্যবহৃত

কাটিং ফ্লুইডগুলিকে ক্লিনিং এজেন্ট হিসাবেও ব্যবহার করা হয় এবং মেটাল কাটার স্থান এবং মেশিনের আশেপাশের জায়গা ধুলা অপসারণ করা হয়।

৪) ঘর্ষণ কমাতে ব্যবহৃত

কাটিং ফ্লুইড টুল এবং ওয়ার্কপিসের মধ্যে ঘর্ষণকেও কমিয়ে দেয় যা কাটিং ফোর্সকে কম রাখে এবং তাপ উৎপাদন কম করে।

৫) এটি নতুন উৎপন্ন পৃষ্ঠকে অর্থাৎ মেটাল কাটিং এর পরবর্তী পৃস্ঠ জারণ এবং ক্ষয় থেকে রক্ষা করে পৃষ্ঠের ফিনিস উন্নত করতে ব্যবহৃত হয়।

৬) এটি মরিচা প্রতিরোধ করতে ব্যবহৃত হয়।

৭) এটি উচ্চ কাটিং গতি এবং বৃহত্তর ধাতু অপসারণের হার ব্যবহারের সাহায্য করে।

৮) Build up গঠনে বাধা দেয়।

৯) এটি কাটিং জোন থেকে চিপগুলি সরাতেও ব্যবহৃত হয়।

৫.১০ কুল্যান্ট ব্যবহার এর প্রয়োজনীয়তা

মেশিনিং প্রক্রিয়ায় কুল্যান্ট ব্যবহারের গুরুত্বপূর্ণ কাজগুলির মধ্যে রয়েছে

- কাটিং জোন এবং ওয়ার্কপিসে উৎপন্ন তাপ কমানো ও অপসারণ করা।
- টুল এবং চিপ অপসারণের মধ্যে ঘর্ষণ কমাতে কুলেন্ট প্রয়োগ করা হয়।
- কাটিং এলাকা হতে চিপস এবং ছোট কণা সরায়ে ফেলা।
- টুলকে ক্ষয়ের হাত হতে রক্ষা করা।
- মরিচা প্রতিরোধে সহায়তা প্রদান করা। ইত্যাদি

যন্ত্রের মেশিনিং প্রক্রিয়ার ধরনের উপর ভিত্তি করে কুলেন্টের মিশ্রণ অনুপাত বা ঘনত্ব নির্ধারণ করে শীতকরণ ও তৈলাক্তকরণের ভারসাম্যতা রক্ষা করে। চর্বিযুক্ত মিশ্রণ বা ঘনীভূত মিশ্রণ কুল্যান্ট বেশী শীতল এবং তৈলাক্তকরণ করতে সহায়তা করে। মেশিনিং প্রক্রিয়া চলাকালীন কুল্যান্ট মিশ্রণ কাটিং এলাকা হতে চিপস ও অন্যান্য অপদ্রব্য বা কণাগুলো ধুয়ে মেশিনে রক্ষিত কুলেন্ট আধারে সংগ্রহ করে। পরবর্তিতে কুলেন্ট আধারে অবস্থিত পাম্প-এর মাধ্যমে ফিল্টার হয়ে কাজের এলাকায় কুল্যান্ট পুনঃসরবরাহ করা হয়। কুল্যান্ট আধারকে রক্ষণাবেক্ষণ করার জন্য অথবা উহার আয়ুকাল বৃদ্ধির লক্ষে মাঝে মাঝে আধারের তলানিতে জমে থাকা অপদ্রব্যসমূহ পরিষ্কার করা প্রয়োজন। কারণ বিভিন্ন ধরনের ধাতু তেলের বা কুল্যান্ট এর সাথে বিক্রিয়া করে বিষাক্ত অক্সিডেশন সৃষ্টি করে ফলে আধারে মরিচা ধরে নস্ট হয়ে যেতে পারে।

কুল্যান্ট ঘনত্ব

যদি কুল্যান্টের যথাযথ ঘনত্বের মাত্রা বজায় না রাখা হয়, তবে বিভিন্ন সমস্যা দেখা দিতে পারে। সবচেয়ে সাধারণ সমস্যা হল কম ঘনত্ব। যদি কুল্যান্টের ঘনত্ব মেশিন কুল্যান্ট সরবরাহকারীর ন্যূনতম অনুপাতের নিচে থাকে, তাহলে ঝুঁকি রয়েছে

- মেশিন এবং Workpiece মরিচা পড়া।
- কাটিং টুলের আয়ু কমা।
- ব্যাকটেরিয়া বৃদ্ধি পাওয়া।

অন্যদিকে কুল্যান্টের ঘনত্ব খুব বেশি হলে—

- কম তাপ স্থানান্তর করে।
- ফেনার সৃষ্টি হওয়া।
- তৈলাক্তকরণ হ্রাস পাওয়া।
- কাজে অনিহা সৃষ্টি হওয়া।
- কাটিং টুলের আয়ু কমা।
- মেশিন এবং যন্ত্রাংশের দাগ সৃষ্টি করে।
- বিষাক্ততা বৃদ্ধি করে।

প্রতিটি দিনের শুরুতে গ্রহণযোগ্য ঘনত্বের স্তর বজায় রাখার জন্য কুল্যান্টটি পরীক্ষা করা উচিত। দৈনিক কাটিং এবং গ্রাইন্ডিং প্রক্রিয়ায় কুল্যান্টের তরল ঘনত্ব নিয়ন্ত্রণ বজায় রাখার জন্য হ্যান্ড রিফ্র্যাক্টোমিটার **এর মাধ্যমে** ঘনত্বের মাত্রার পরীক্ষা করার একটি দুর্দান্ত উপায়। মেশিনের কুল্যান্টের ঘনত্ব বাষ্পীভবন, স্প্ল্যাশিং,

মিস্টিং ও ড্র্যাগআউট থেকে প্রতিদিন **৫%** থেকে **২০%** পরিবর্তিত হতে পারে। প্রতিটি মেশিনের সিস্টেমটি কীভাবে কাজ করছে **তার** জন্য ঘনত্বের মাত্রার দৈনিক লগ রাখা এবং দিনে দিনে কত ঘনত্বের মাত্রা পরিবর্তিত হয় তা বোঝা যায়।

মেশিনের ধরণ এবং ধাতুগুলির জন্য সঠিক কুল্যান্ট নির্বাচন করে এবং কুল্যান্ট **এর** ঘনত্বের মাত্রা বজায় রাখার মাধ্যমে সরঞ্জাম ও মেশিনের আয়ু বাড়ায়।

কুল্যান্ট ও লুব্রিকেন্ট এর মধ্যে পার্থক্য দেয়া হল

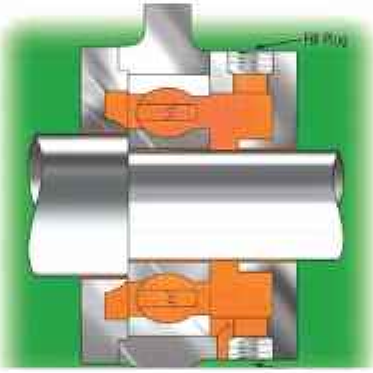
কুল্যান্ট	**লুব্রিকেন্ট**
কুল্যান্টের মূল উদ্দেশ্য হল কাটিং জোন থেকে উৎপন্ন তাপ সরায়ে নেওয়া এবং কাটিং জোনের তাপমাত্রা কম রাখা।	লুব্রিকেন্টের মূল উদ্দেশ্য হল কাটার এবং চিপের রেকের পৃষ্ঠের মধ্যে ঘর্ষণ সহগ হ্রাস করা এবং এর ফলে তাপ উৎপাদনের হার কমানো।
উৎপন্ন তাপের উপর কুল্যান্ট কাজ করে। এটি তাপ উৎপাদনের হার কমাতে পারে না	লুব্রিকেন্ট তাপ উৎপাদনের হার কমাতে পারে।
কাটিং টুলের উপর কুল্যান্ট আবরণ হিসাবে কোনো ভূমিকা নেই	কাটিং টুলের উপর আবরণ স্তর কখনো কখনো লুব্রিকেন্ট হিসাবে কাজ করে
ভাল কুল্যান্ট হিসাবে কাজ করতে, কাটিং তরল উচ্চ নির্দিষ্ট তাপ গ্রহণকারী ক্ষমতা থাকা উচিত	ভাল লুব্রিকেন্ট হিসাবে কাজ করার জন্য, কাটিং ফ্লুইডের উচ্চ লুব্রিসিটি থাকা উচিত
উচ্চতর নির্দিষ্ট এনটিপিতে প্রায় ৪.১৮ জুল/গ্রাম ^{o}C তাপ হওয়ার কারণে পানিকে একটি ভাল কুল্যান্ট হিসাবে বিবেচনা করা হয়। যে পানি অত্যন্ত ক্ষয়কারী, সেটা খুব কমই কাটিং তরল হিসাবে ব্যবহৃত হয়।	শুধু পানি একটি ভাল লুব্রিকেন্ট নয়। এটির দুর্বল তৈলাক্তকরণ ক্ষমতা বা কম তৈলাক্ততা রয়েছে।

ব্যাবহারিক অংশ

জব ১: ইলেকট্রিক মোটর বল বিয়ারিং-কে সঠিকভাবে লুব্রিক্যান্ট করার দক্ষতা অর্জন

পারদর্শিকতা মানদন্ড:
১. টুলস ও ইন্সট্রুমেন্টস এর ঘূর্ণায়মান অংশসমূহ চিহ্নিত করতে পারবে;
২. লুব্রিকেটিং এর জন্য প্রয়োজনীয় উপকরণ সংগ্রহ করতে পারবে;
৩. চিহ্নিত ঘূর্ণায়মান অংশসমূহের জন্য লুব্রিক্যান্ট নির্ধারণ করতে পারবে;
৪. টুলস, ইন্সট্রুমেন্ট, ইকুইপমেন্ট ও মেশিনসমূহ লুব্রিকেটিং করতে পারবে;
৫. মেশিন কম্পোনেন্টসমূহে লুব্রিকেটিং করতে পারবে;
৬. লুব্রিকেটিং কাজে বিশেষ টুলসমূহ ব্যবহার করতে পারবে;
৭. লুব্রিকেটিং কাজের জন্য একটি সিডিউল প্রস্তুত করতে পারবে।

মটর গ্রিজিং সম্পর্কিত চিত্র





চিত্র৫.২: মটর গ্রিজিং এর ফিল প্লাগ এর ড্রেন

চিত্র ৫.১: মটর গ্রিজিং এর প্রস্থচ্ছেদ



চিত্র৫.৩: গ্রিজ গান এর সাহায্যে

ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম

ক্রমিক নং	সুরক্ষা সরঞ্জামের নাম	সংক্ষিপ্ত বিবরণ	পরিমাণ
১	সেফটি সু	মানসম্মত	১ জোড়া
২	গগলস	মানসম্মত	১টি
৩	হ্যান্ড গ্লাভস	মানসম্মত	১ সেট
৪	অ্যাপ্রন	সাইজ অনুযায়ী	১টি
৫	মাস্ক	সাইজ অনুযায়ী	১টি

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও টুলস

ক্রমিক নং	যন্ত্রপাতির নাম	সংক্ষিপ্ত বিবরণ	পরিমাণ
১	অ্যাডজাস্টেবল রেঞ্চ	৬-১২ ইঞ্চি	১ সেট
২	স্ক্রু ড্রাইভার	ফ্লাট, ফিলিপস	১ সেট
৩	স্ক্র্যাপার	বিভিন্ন মাপের	১ সেট
৪	প্লায়ার্স	কম্বিনেশন	১ সেট

ইকুইপমেন্ট

ক্রমিক নং	ইকুইপমেন্টের নাম	সংক্ষিপ্ত বিবরণ	পরিমাণ
১	গ্রিজ গান	মাপানুযায়ী	১ টি

মালামাল

ক্রমিক নং	মালামালের নাম	সংক্ষিপ্ত বিবরণ	পরিমাণ
১	ওয়াস্ট কটন	মানসম্মত	৫০০ গ্রাম
২	অ্যামারি ক্লথ	৬০, ৮০, ১২০ গ্রেডের	৩ পিস
৩	গ্রিজ	সিনথেটিক	২ পাউন্ড
৪	রাস্ট রিমুভার	ওয়্যার ব্রাশ	১ টি

Greasing Amount Table

Bearing No	Amount (cubic inches)	Ounces	Equivalent Teaspoons	Bearing No	Amount (cubic inches)	Ounces	Equivalent Teaspoons
203	0.15	0.08	0.5	**219**	2.8	1.55	7.2
205	0.27	0.15	0.9	**222**	3	1.66	10
206	0.34	0.19	1.1	**307**	0.53	0.29	1.8
207	0.43	0.24	1.4	**308**	0.66	0.27	2.2
208	0.52	0.29	1.7	**309**	0.81	0.45	2.7
209	0.61	0.34	2	**310**	0.97	0.54	3.2
210	0.72	0.40	2.4	**311**	1.14	0.63	3.8
212	0.95	0.53	3.1	**312**	1.33	0.74	4.4
213	1.07	0.59	3.6	**313**	1.54	0.85	5.1
216	1.49	0.83	4.9	**314**	1.76	0.98	5.9

Table 1. Grease Compatibility

	Aluminium Complex	Barium	Calcium	Calcium 12 Hydroxy	Calcium Complex	Clay	Lithium	Lithium 12 Hydroxy	Lithium Complex	Polyurea	Sodium	Calcium Sulfonate
Aluminium Complex	-	■	■	●	■	■	■	■	●	■	■	■
Barium	■	-	■	●	■	■	■	■	■	■	■	▼
Calcium	■	■	-	●	■	●	●	▼	●	■	■	N/A
Calcium 12-Hydroxy	●	●	●	-	▼	●	●	●	●	■	■	N/A
Calcium Complex	■	■	■	▼	-	■	■	■	●	●	■	●
Bentone (Clay)	■	■	●	●	■	-	■	■	■	■	■	■
Lithium	■	■	●	●	■	■	-	●	●	■	■	●
Lithium 12-Hydroxy	■	■	▼	●	■	■	●	-	●	■	■	●
Lithium Complex	●	■	●	●	●	■	●	●	-	■	■	●
Polyurea	■	■	■	■	●	■	■	■	■	-	■	■
Sodium (Soda Base)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	-	■
Calcuim Sulfonate	■	▼	N/A	N/A	●	■	●	●	●	■	■	-

▼ Borderline Compatibility ● Compatible ■ Incompatible N/A - Not Available

Greasing Frequency

RPM	Frame Range	2000 hrs/yr	8000 hrs/yr
3600 (2-Pole)	284T-286T	6 months	2 months
	324T-587U	4 months	2 months
1800 (4-Pole)	284T-326T	4 years	18 months
	364T-365T	1 year	4 months
	404T-449T	9 months	3 months
	505U-587U	6 months	2 months
1200 and below	284T-326T	4 years	18 months
	364T-449T	1 year	4 months
	505U-587U	9 months	3 months

NOTE: RELUBRICATION SCHEDULE FOR ROLLER BEARINGS = 1/3 OF ABOVE INTERVALS

কাজের ধারা:

১. মালামালের তালিকা অনুযায়ী যন্ত্রপাতি, ইকুইপমেন্ট ও মালামাল সংগ্রহ করো ;
২. ব্যক্তিগত নিরাপত্তা সরঞ্জাম সংগ্রহ ও পরিধান করো;
৩. প্রথমে গ্রিজ গান এ প্রয়োজন অনুযায়ী গ্রিজ সংগ্রহ করো ;
৪. ফিল প্লাগ এর আশেপাশে পরিষ্কার কাগড় দিয়ে ময়লা মুছে ফেলো;
৫. ড্রেন প্লাগ এর নীচে কাপড় বিছিয়ে দাও যাতে ড্রেন প্লাগ হতে নির্গত ব্যবহৃত গ্রিজ ঐ কাপড়ের উপর পড়ে ;
৬. ড্রেন প্লাগটি মটর বিয়ারিং হাউজিং হতে রেঞ্চ এর সাহাযে খুলে ফেলো;
৭. এবার গ্রিজ গান এর এডাপটার অথবা গ্রিজ গান এর নির্গত পাইপটি ফিল প্লাগ এ স্থাপন করো;
৮. গ্রিজ গান এর হ্যান্ডেল চাপ দিয়ে ফিল প্লাগের মাধ্যমে মটরের বল-বিয়ারিং এ গ্রিজ প্রবেশ করাও ততক্ষণ পর্যন্ত যতক্ষণ না ড্রেন প্লাগ হতে ভিন্ন রংএর গ্রিজ বের হতে দেখা যায়;
৯. এভাবে গ্রিজ গান এর মাধ্যমে বল-বিয়ারিং এ গ্রিজিং করা হয়;
১০. তারপর ড্রেন প্লাগ লাগিয়ে কার্য সম্পন্ন করা হয়;

সতর্কতাসমূহ

- কাজ করার সময় অব্যশই পিপিই (PPE) পরিধান করা;
- সঠিকভাবে টুলসের ব্যবহার নিশ্চিত হতে হবে।
- কাজের সময় অমনোযোগী হওয়া যাবে না।
- যদি বোঝতে সমস্যা হয় তবে শিক্ষক এর সহায়তা নিতে হবে।
- শিক্ষক এর অনুমতি ছাড়া অন্য কোনো কাজ করা যাবে না।

বিশেষ নির্দেশনা:

কোনো ভাবে প্রয়োজনের অতিরিক্ত গ্রিজিং করা যাবে না। প্রয়োজনে প্রস্তুতকারক এর ম্যানুয়াল অনুযায়ী অথবা ছবি উল্লেখিত ডাটা অনুযায়ী এবং নির্দিষ্ট সময় অন্তর গ্রিজিং করা উচিত।

অর্জিত দক্ষতা:

জবটি সম্পন্ন করে একটি ইলেট্রিক মটর অথবা যেকোনো গ্রিজিং ইকুপমেন্ট এর বল-বিয়ারিং গ্রিজ করতে পারব। বিভিন্ন চার্ট দেখে কোন ধরনের মেটালের ইকুপমেন্ট এর জন্য কি ধরনের গ্রিজিং করা হয় তা করতে পারবে।

জব ২: জেনারেল মেকানিক্স কাজে কুল্যান্ট ব্যবহারের দক্ষতা অর্জন:

পারদর্শিকতা মানদন্ড:

১. অপারেশন অনুযায়ী কুল্যান্ট সরঞ্জাম সংগ্রহ করতে পারবে;
২. উপযুক্ত কুল্যান্ট সরঞ্জাম ব্যবহার করতে পারবে;
৩. কুল্যান্ট ব্যবহার শেষে নিরাপদ স্থানে সংরক্ষণ করতে পারবে;
৪. বিভিন্ন প্রকারের কুল্যান্ট এর তালিকা তৈরি করতে পারবে।

ব্যাক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম:

ক্রমিক নং	সুরক্ষা সরঞ্জামের নাম	সংক্ষিপ্ত বিবরণ	পরিমাণ
১	সেফটি সু	মানসম্মত	১ জোড়া
২	গগলস	মানসম্মত	১টি
৩	হ্যান্ড গ্লাভস	মানসম্মত	১ সেট
৪	অ্যাপ্রন	সাইজ অনুযায়ী	১টি
৫	মাস্ক	সাইজ অনুযায়ী	১টি

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি (টুলস)

ক্রমিক নং	যন্ত্রপাতির নাম	সংক্ষিপ্ত বিবরণ	পরিমাণ
১	অ্যাডজাস্টেবল রেঞ্চ	৬-১২ ইঞ্চি	১ সেট
২	স্ক্রু ড্রাইভার	ফ্ল্যাট, ফিলিপস	১ সেট
৩	স্ক্র্যাপার	বিভিন্ন মাপের	১ সেট
৪	প্লায়ার্স	কম্বিনেশন	১ সেট

ইকুইপমেন্ট

ক্রমিক নং	ইকুইপমেন্টের নাম	সংক্ষিপ্ত বিবরণ	পরিমাণ
১	মিলিং মেশিন	মানসম্মত	১ টি
২	ড্রিলিং মেশিন	মানসম্মত	১ টি
৩	টেপিং মেশিন	মানসম্মত	১ টি
৪	লেদ মেশিন	মানসম্মত	১ টি

মালামাল

ক্রমিক নং	মালামালের নাম	সংক্ষিপ্ত বিবরণ	পরিমাণ
১	ওয়েস্ট কটন	মানসম্মত	৫০০ গ্রাম
২	দ্রবনীয় তেল	মেটাল মেশিনিং প্রক্রিয়া অনুযায়ী	প্রয়োজন অনুযায়ী
৩	খনিজ তেল	মেটাল মেশিনিং প্রক্রিয়া অনুযায়ী	প্রয়োজন অনুযায়ী
৪	রাস্ট রিমুভার	ওয়্যার ব্রাশ	১ টি





চিত্র ৫.৪: কুল্যান্টের ব্যবহার



চিত্র ৫.৫: লুব্রিক্যান্টের ব্যবহার

মেটাল এবং প্রক্রিয়ার উপর নির্ভর করে নিম্নবর্ণিত কুল্যান্ট ও মেশিন ব্যবহার করতে হবে।

মেটালের নাম	মিলিং প্রক্রিয়া	ড্রিলিং প্রক্রিয়া	টেপিং প্রক্রিয়া	টার্নিং প্রক্রিয়া
অ্যালুমিনিয়াম	দ্রবনীয় তেল (৯৬% পানি) অথবা খনিজ তেল	দ্রবনীয় তেল (৭০-৯০% পানি)	২৫% সালফার-বেজ তেলের সাথে খনিজ তেল	খনিজ তেলের সাথে ১০% চর্বি অথবা দ্রবনীয় তেল
ব্রাস	দ্রবনীয় তেল	দ্রবনীয় তেল	১০-২০% চর্বি তেলের সাথে খনিজ তেল	খনিজ তেলের সাথে ১০% চর্বি
ব্রোঞ্জ	দ্রবনীয় তেল	দ্রবনীয় তেল	৩০% চর্বি তেলের সাথে খনিজ তেল	দ্রবনীয় তেল
স্টিল অ্যালয়	১০% চর্বি তেলের সাথে ৯০% খনিজ তেল	দ্রবনীয় তেল	৩০% চর্বি তেলের সাথে ৭০% খনিজ তেল	২৫% সালফার-বেজ তেলের সাথে ৭৫% খনিজ তেল
কাস্ট আয়রন	শুষ্ক	শুষ্ক	শুষ্ক অথবা ২৫% চর্বি তেলের সাথে ৮০% খনিজ তেল	শুষ্ক

২০২৫

মেলিয়েবল আয়রন	দ্রবনীয় তেল	দ্রবনীয় তেল	দ্রবনীয় তেল	দ্রবনীয় তেল
কপার বা তামা	দ্রবনীয় তেল	দ্রবনীয় তেল	দ্রবনীয় তেল	দ্রবনীয় তেল
লো-কার্বন এবং টুল স্টীল	দ্রবনীয় তেল	দ্রবনীয় তেল	২৫-৪০% চর্বি তেলের সাথে খনিজ তেল	২৫ চর্বি তেলের সাথে ৭৫% খনিজ তেল

কাজের ধারা

১. মালামালের তালিকা অনুযায়ী যন্ত্রপাতি, ইকুইপমেন্ট ও মালামাল সংগ্রহ করো:
২. ব্যক্তিগত নিরাপত্তা সরঞ্জাম সংগ্রহ ও পরিধান করো
৩. এখানে তিন ধরনের কুলেন্ট যেমন: দ্রবনীয় তেল, খনিজ তেল এবং শুষ্ক ব্যবহার করো;
৪. এই কুলেন্টসমূহ বিভিন্ন মেটালের ক্ষেত্রে বিভিন্ন মেশিনিং প্রক্রিয়ায় ব্যবহার করো
৫. এই কুলেন্টের প্রয়োগ পদ্ধতি তিন ধরনের হয় যেমন: কুলেন্ট ভাসমান অবস্থায় মেশিনিং প্রক্রিয়া পরিচালনা করা, কুলেন্টকে জেট আকারে কাটিং এলাকায় প্রবেশ করাও এবং শুষ্ক অবস্থায় অর্থাৎ বাতাস বা মিস্ট নজেলের মাধ্যমে সরবরাহ করো;
৬. এভাবে একটি প্রক্রিয়ায় মাধ্যমে একটি মেশিনিং কার্য সম্পাদন করো।

সতর্কতাসমূহ

- কাজ করার সময় অব্যশই পিপিই (PPE) পরিধান করা।
- সঠিকভাবে টুলসের ব্যবহার নিশ্চিত করা।
- কাজের সময় অমনোযোগী না হওয়া।
- যদি বোঝতে সমস্যা হয় তবে শিক্ষক এর সহায়তা নেওয়া।
- শিক্ষক এর অনুমতি ছাড়া অন্য কোনো কাজ না করা।

বিশেষ নির্দেশনা

মেটাল নিবার্চন করে সঠিক মেশিনে চার্টে উল্লেখিত নির্ধারিত কুলেন্ট ব্যবহার নিশ্চিত করতে পারবে।

অর্জিত দক্ষতা

জবটি সম্পন্ন করে নির্দিস্ট কুলেন্ট ব্যবহার এবং নির্ধারিত প্রক্রিয়া অনুসরণ করতে পারবে। বিভিন্ন চার্ট দেখে কোন ধরনের মেটালের ইকুপমেন্ট এর জন্য কি ধরনের কুলেন্ট ব্যবহার করা হয় তা জানতে পারবে।

অনুশীলনী-৫

অতিসংক্ষিপ্ত উত্তর প্রশ্ন

১. লুব্রিক্যান্ট বলতে কী বোঝায় ?
২. লুব্রিক্যান্টের শ্রেণিবিভাগ উল্লেখ করো।
৩. কুল্যান্ট বলতে কী বোঝায় ?
৪. কুল্যান্ট নির্বাচনে বিবেচ্য বিষয়সমূহ লেখ।

সংক্ষিপ্ত উত্তর প্রশ্ন

১. লুব্রিক্যান্টের প্রয়োগক্ষেত্র লেখ।
২. কাটিং ফ্লুইড এর বৈশিষ্ট্যসমূহ লেখ।
৩. কুল্যান্ট ব্যবহার এর প্রয়োজনীয়তা উল্লেখ করো।

রচনামূলক প্রশ্ন

১. ভাল লুব্রিক্যান্ট এর বৈশিষ্ট্যসমূহ উল্লেখ করো।
২. কুল্যান্ট ও লুব্রিক্যান্টের মধ্যে পার্থক্য লেখ।
৩. ধাতু ও অপারেশনভেদে কুল্যান্ট নির্বাচন বর্ণনা করো।

সমাপ্ত

২০২৫

২০২৫ শিক্ষাবর্ষ

জেনারেল মেকানিক্স-২

কারিগরি শিক্ষা আত্মনির্ভরশীলতার চাবিকাঠি

তথ্য, সেবা ও সামাজিক সমস্যা প্রতিকারের জন্য '৩৩৩' কলসেন্টারে ফোন করুন।

নারী ও শিশু নির্যাতনের ঘটনা ঘটলে প্রতিকার ও প্রতিরোধের জন্য ন্যাশনাল হেল্পলাইন সেন্টারের ১০৯ নম্বর-এ (টোল ফ্রি, ২৪ ঘণ্টা সার্ভিস) ফোন করুন।

গণপ্রজাতন্ত্রী বাংলাদেশ সরকার কর্তৃক বিনামূল্যে বিতরণের জন্য।